CLASSICI DELLA SCIENZA

COLLEZIONE DIRETTA DA

LUDOVICO GEYMONAT

OPERE

di

Galileo Galilei

A CURA DI

FRANZ BRUNETTI

Volume Secondo

UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE TORINESE

DIALOGO
SOPRA I DUE MASSIMI SISTEMI DEL MONDO

(1632)

Il progetto di un'opera che contenesse un esame critico di tutta la cultura scientifica precedente al copernicanesimo ed una illustrazione delle ragioni a favore della nuova concezione dell'ordinamento dei pianeti, si può dire che sia nato con le stesse scoperte astronomiche del 1610. Alla fine del Sidereus nuncius, *infatti, Galilei rinviava ad un « Sistema del mondo » che avrebbe dato una sistemazione teorica e perciò definitiva alle recenti novità celesti e avrebbe anche unito in una sintesi culturale i risultati della meccanica moderna; nelle sue lettere successive al 1610 questa intenzione compare a più riprese, fino a diventare più scoperta ed assidua intorno agli anni 1623-24, quando la elezione al soglio pontificio del cardinale Barberini, ammiratore di Galilei e protettore degli scienziati e degli uomini di cultura più avanzati dell'epoca, aveva fatto sperare in una maggiore libertà di ricerca e di discussioni.*

Oltre alla pubblicazione del Saggiatore, *che segnò la ripresa dell'attività pubblica della scuola galileiana, nel 1624 il nostro scienziato aveva risposto con una lunga lettera a Francesco Ingoli, giurista ravennate e segretario della Congregazione di* Propaganda Fide, *il quale nel 1616 aveva scritto una confutazione del sistema eliocentrico, intitolata* De situ et quiete Terrae contra Copernici systema disputatio. *Per i sopravvenuti avvenimenti che condannarono la propagazione delle dottrine copernicane, Galilei non aveva potuto rispondere subito e per molti anni preferì ritirarsi in un operoso silenzio in*

attesa di eventi migliori; questi gli parve fossero giunti con l'elezione di papa Barberini e nel 1624 stese la lunga Risposta a F. Ingoli, *che fra l'altro contiene, in forma abbreviata ed episodica, pensieri ed espressioni che si ritroveranno poi nello stesso* Dialogo; *così, ad esempio, per la nota esposizione del principio di relatività galileiana, che è anticipato in questa* Risposta, *con parole quasi uguali a quelle contenute nel* Dialogo.

La composizione del Dialogo *si protrasse per molti anni: iniziata nel 1624, subì una lunga interruzione tra il 1626 e il 1629, per le difficili condizioni di salute del vecchio scienziato; questi però non abbandonò mai il proposito di condurlo a termine e le lettere agli amici e ai discepoli più affezionati riproducono spesso questa sua volontà. Verso il 1629 il manoscritto doveva essere già al suo termine; infatti in quell'anno egli si rivolse al Buonamici, con la lettera da noi riprodotta nel vol. I, pp. 929 segg., per avere conferma sperimentale di alcuni fenomeni che Galilei collegava alla sua teoria delle maree, contenuta nella quarta giornata.*

*Tuttavia le difficoltà maggiori alla pubblicazione provenivano dalla diffidenza dell'autorità ecclesiastica verso un'opera che riproponeva una discussione già vietata fin dal 1616. Sottoposto all'esame dell'Inquisitore di Firenze, il manoscritto passò poi alla competenza dell'autorità romana. Come è riferito nelle note seguenti, la revisione fu affidata al padre Niccolò Riccardi, detto padre «Mostro», il quale lo tenne presso di sé fino al luglio del 1631, quando, dopo esitazioni e riserve e proposte di modifiche, concesse alfine l'*imprimatur. *Galilei ottemperò a tutte le condizioni poste dal revisore, che era persona colta e non prevenuta, modificando il proemio, che fu ispirato ai consigli del padre Riccardi, e la fine dell'opera.*

Il Dialogo *fu pubblicato nel 1632 in Firenze dal tipografo G. B. Landini, col titolo «Dialogo di Galileo Galilei Linceo matematico sopraordinario dello Studio di Pisa e Filosofo e Matematico primario del Serenissimo Gr. Duca di Toscana, dove ne i congressi di quattro giornate si discorre sopra i due massimi sistemi del mondo Tolemaico e Copernicano, propo-*

nendo indeterminatamente le ragioni filosofiche e naturali tanto per l'una quanto per l'altra parte ». Tuttavia non appena comparve in pubblico, provocò la reazione degli ambienti ecclesiastici più arretrati e, quindi, l'intervento del Sant'Uffizio che col sequestro dell'opera ordinò anche la comparizione del suo autore come imputato di aver trasgredito alle decisioni nel 1616, con la conseguente condanna al carcere formale a vita.

Il contenuto del Dialogo *non è soltanto scientifico, ma come si dichiara nel titolo anche filosofico. Ciò ha dato luogo ad alcune riserve da parte di moderni studiosi i quali giudicano che l'opera non ha il carattere di trattazione scientifica, ma essenzialmente pratica e polemica. Indubbiamente il tono polemico percorre insistentemente tutte le quattro giornate, ed appare vivo proprio per la sua forma dialogica; le discussioni dei tre personaggi infatti non si limitano ad argomenti scientifici ma affrontano questioni filosofiche, cosmologiche ed in genere culturali, con uno stile libero e vario, che spesso porta i protagonisti da un argomento all'altro secondo le pieghe del discorso. Nel contenuto, l'opera presenta non solo le tesi della nuova concezione astronomica ma il senso stesso della vita e del sapere quali si sono venuti determinando nel clima della civiltà rinascimentale raccolta e fatta propria dallo scienziato pisano. Perciò, se rispetto ai successivi* Discorsi intorno a due nuove scienze, *il* Dialogo *presenta un contenuto composito, non di pura scienza, non manca in esso l'esaltazione delle nuove idealità scientifiche, e, con queste, di un'etica nuova della ricerca naturale che esalta l'autonomia dell'ingegno umano e respinge i limiti imposti al progresso scientifico e culturale dell'umanità.*

Dopo l'edizione del 1632, nel 1635 a cura di Mattia Bernegger ne veniva pubblicata in Olanda, presso gli Elzeviri, una traduzione latina; seguivano poi numerose edizioni, fra le quali converrà ricordare quella del 1744 a Padova, a cura dell'abate Giuseppe Toaldo, che integrò il testo del 1632 con note autografe di Galilei ritrovate in margine ad un esemplare reperito nella biblioteca del Seminario di Padova. Tutte le moderne edizioni si rifanno al testo presentato nel vol. VII dell'edizione

nazionale delle Opere *galileiane, a cura di A. Favaro (Firenze, Barbera, 1890-1909, ristampata a cura di A. Garbasso e G. Abetti nel 1929-1939). Fra le edizioni più recenti ricordiamo quelle contenute nelle raccolte delle* Opere *di Galileo Galilei a cura di Sebastiano Timpanaro (vol. I, Milano, Rizzoli, 1936) e a cura di Ferdinando Flora (Milano, Ricciardi, 1953), e quella più recente a cura di Franz Brunetti, nei «Classici illustrati» (Bari, Laterza, 1963).*

DIALOGO
SOPRA I DUE MASSIMI SISTEMI DEL MONDO

Serenissimo Gran Duca [1],

la differenza che è tra gli uomini e gli altri animali, per grandissima che ella sia, chi dicesse poter darsi poco dissimile tra gli stessi uomini, forse non parlerebbe fuor di ragione. Qual proporzione ha da uno a mille? e pure è proverbio vulgato, che un solo uomo vaglia per mille, dove mille non vagliano per un solo. Tal differenza depende dalle abilità diverse degl'intelletti, il che io riduco all'essere o non esser filosofo: poiché la filosofia, come alimento proprio di quelli, chi può nutrirsene, il separa in effetto dal comune esser del volgo, in più e men degno grado, come che sia vario tal nutrimento. Chi mira più alto, si differenzia più altamente; e 'l volgersi al gran libro della natura, che è 'l proprio oggetto della filosofia [2], è il modo per alzar gli occhi: nel qual libro, benché tutto quel che si legge, come fattura d'Artefice onnipotente, sia per ciò proporzionatissimo, quello nientedimeno è più spedito e più degno, ove maggiore, al nostro vedere, apparisce l'opera e l'artifizio. La costituzione dell'universo, tra i naturali apprensibili, per mio credere, può mettersi nel primo luogo: che se quella, come universal contenente,

[1] Ferdinando II de' Medici figlio di Cosimo II, nato nel 1610, divenne granduca di Toscana alla morte del padre il 28 febbraio 1621; poiché era minorenne, fu assistito da un consiglio di reggenza costituito dalla madre Maddalena e dalla nonna Cristina di Lorena, coadiuvate da alcuni consiglieri di corte.

[2] Cfr. *Il Saggiatore*, vol. I, pp. 631 segg. e la lettera a Fortunio Liceti del gennaio 1641, vol. I, pp. 977 segg.

in grandezza tutt'altri avanza, come regola e mantenimento di tutto debbe anche avanzarli di nobiltà. Però, se a niuno toccò mai in eccesso differenziarsi nell'intelletto sopra gli altri uomini, Tolomeo e 'l Copernico furon quelli che sì altamente lessero s'affisarono e filosofarono nella mondana costituzione. Intorno all'opere de i quali rigirandosi principalmente questi miei *Dialoghi*, non pareva doversi quei dedicare ad altri che a Vostra Altezza; perché posandosi la lor dottrina su questi due, ch'io stimo i maggiori ingegni che in simili speculazioni ci abbian lasciate loro opere, per non far discapito di maggioranza, conveniva appoggiarli al favore di Quello appo di me il maggiore, onde possan ricevere e gloria e patrocinio. E se quei due hanno dato tanto lume al mio intendere, che questa mia opera può dirsi loro in gran parte, ben potrà anche dirsi di Vostr'Altezza, per la cui liberal magnificenza non solo mi s'è dato ozio e quiete da potere scrivere, ma per mezo di suo efficace aiuto, non mai stancatosi in onorarmi, s'è in ultimo data in luce [3]. Accettila dunque l'Altezza Vostra con la sua solita benignità; e se ci troverrà cosa alcuna onde gli amatori del vero possan trar frutto di maggior cognizione e di giovamento, riconoscala come propria di sé medesima, avvezza tanto a giovare, che però nel suo felice dominio non ha niuno che dell'universali angustie, che son nel mondo, ne senta alcuna che lo disturbi. Con che pregandole prosperità, per crescer sempre in questa sua pia e magnanima usanza, le fo umilissima reverenza.

Dell'Altezza Vostra Serenissima

Umilissimo e devotissimo servo e vassallo

GALILEO GALILEI.

[3] Sulle trattative condotte tra Galilei e la corte medicea dopo il 1609 e per la sua nomina a matematico e filosofo primario del Granduca cfr. la nostra nota alla lettera del 30 luglio 1610 al Vinto (vol. I, pp. 872 segg.).

Al discreto lettore [4]

Si promulgò a gli anni passati in Roma un salutifero editto [5], che, per ovviare a' pericolosi scandoli dell'età presente, imponeva opportuno silenzio all'opinione Pittagorica della mobilità della Terra. Non mancò chi temerariamente asserì, quel decreto essere stato parto non di giudizioso esame, ma di passione troppo poco informata, e si udirono querele che consultori totalmente inesperti delle osservazioni astronomiche non dovevano con proibizione repentina tarpar l'ale a gl'intelletti speculativi. Non poté tacer il mio zelo in udir la temerità di sì fatti lamenti. Giudicai, come pienamente instrutto di quella prudentissima determinazione, comparir publicamente nel teatro del mondo, come testimonio di sincera verità. Mi trovai allora presente in Roma; ebbi non solo udienze, ma ancora applausi de i più eminenti prelati di quella Corte; né senza qualche mia antecedente informazione seguì poi la pubblicazione di quel decreto. Per tanto è mio consiglio nella presente fatica mostrare alle

[4] Come si è già osservato, il padre Niccolò Riccardi, revisore del manoscritto del *Dialogo*, impose la stesura del presente proemio perché servisse a giustificare il discorso sul copernicanesimo, nonostante il divieto imposto. dalla Congregazione dell'Indice nel 1616. Cfr. p. 10.

[5] Nonostante l'intervento personale di Galilei, il quale si recò a Roma nel 1615 per evitare una condanna della teoria copernicana sulla mobilità della Terra, i teologi consultori del Sant'Uffizio dichiararono quella teoria stolta eretica e pericolosa e perciò contro di essa fu emessa la sentenza del 24 febbraio 1616.

nazioni forestiere, che di questa materia se ne sa tanto in Italia, e particolarmente in Roma, quanto possa mai averne imaginato la diligenza oltramontana; e raccogliendo insieme tutte le speculazioni proprie intorno al sistema Copernicano, far sapere che precedette la notizia di tutte alla censura romana, e che escono da questo clima non solo i dogmi per la salute dell'anima, ma ancora gl'ingegnosi trovati per delizie degl'ingegni.

A questo fine ho presa nel discorso la parte Copernicana, procedendo in pura ipotesi matematica [6], cercando per ogni strada artifiziosa di rappresentarla superiore, non a quella della fermezza della Terra assolutamente, ma secondo che si difende da alcuni che, di professione Peripatetici, ne ritengono solo il nome, contenti, senza passeggio, di adorar l'ombre, non filosofando con l'avvertenza propria, ma con solo la memoria di quattro principii mal intesi.

Tre capi principali si tratteranno. Prima cercherò di mostrare, tutte l'esperienze fattibili nella Terra essere mezi insufficienti a concluder la sua mobilità, ma indifferentemente potersi adattare così alla Terra mobile, come anco quiescente; e spero che in questo caso si paleseranno molte osservazioni ignote all'antichità. Secondariamente si esamineranno li fenomeni celesti, rinforzando l'ipotesi copernicana come se assolutamente dovesse rimaner vittoriosa, aggiungendo nuove speculazioni, le quali però servano per facilità d'astronomia, non per necessità di natura. Nel terzo luogo [7]

[6] Questa affermazione conferma quanto abbiamo detto nella n. 4 sul proemio: nel marzo 1615 Galilei aveva respinto sdegnosamente il suggerimento del card. Bellarmino di ritenere valida solo in via ipotetica la dottrina copernicana (cfr. lettera al Dini, vol. I, pp. 540 segg.); se qui accetta tale interpretazione è solo per una ragione di prudenza, come tutto il *Dialogo* mostra in modo evidente.

[7] Galilei espone prima le prove negative a favore della dottrina copernicana, le quali sono fondate sui risultati della sua meccanica, da cui egli deduce l'infondatezza della teoria geocentrica; in séguito illustra le prove positive e dirette, ricavate dalle scoperte telescopiche del 1610, dalle quali poté accertare sperimentalmente la validità delle sue riserve verso il sistema tolemaico, riserve già espresse nelle lettere al Mazzoni e al Keplero del 1597 per le quali cfr. vol. I, pp. 848 segg.

proporrò una fantasia ingegnosa. Mi trovavo aver detto, molti anni sono, che l'ignoto problema del flusso del mare potrebbe ricever qualche luce, ammesso il moto terrestre. Questo mio detto, volando per le bocche degli uomini, aveva trovato padri caritativi che se l'adottavano per prole di proprio ingegno. Ora, perché non possa mai comparire alcuno straniero che, fortificandosi con l'armi nostre, ci rinfacci la poca avvertenza in uno accidente così principale, ho giudicato palesare quelle probabilità che lo renderebbero persuasibile, dato che la Terra si movesse. Spero che da queste considerazioni il mondo conoscerà, che se altre nazioni hanno navigato più, noi non abbiamo speculato meno, e che il rimettersi ad asserir la fermezza della Terra [8], e prender il contrario solamente per capriccio matematico, non nasce da non aver contezza di quant'altri ci abbia pensato, ma, quando altro non fusse, da quelle ragioni che la pietà, la religione, il conoscimento della divina onnipotenza, e la coscienza della debolezza dell'ingegno umano, ci somministrano.

Ho poi pensato tornare molto a proposito lo spiegare questi concetti in forma di dialogo, che, per non esser ristretto alla rigorosa osservanza delle leggi matematiche, porge campo ancora a digressioni, tal ora non meno curiose del principale argomento.

Mi trovai, molt'anni sono, più volte nella maravigliosa città di Venezia in conversazione col signor Giovan Francesco Sagredo, illustrissimo di nascita, acutissimo d'ingegno. Venne là di Firenze il signor Filippo Salviati, nel quale il minore splendore era la chiarezza del sangue e la magnificenza delle ricchezze; sublime intelletto, che di niuna delizia più avidamente si nutriva, che di specolazioni esquisite. Con questi due mi trovai spesso a discorrer di queste materie,

[8] « Quando loro (i protestanti) abbino vedute tutte le loro ragioni astronomiche e naturali benissimo intese da noi, anzi, di più, altre ancora di maggior forza assai delle prodotte sin qui, al più potranno tassarci per uomini costanti nella nostra oppinione, ma non già per ciechi o per ignoranti dell'umane discipline: cosa che finalmente non deve importare a un vero cristiano cattolico » (Dalla *Risposta a Francesco Ingoli,* VI, p. 511).

con l'intervento di un filosofo peripatetico [9], al quale pareva che niuna cosa ostasse maggiormente per l'intelligenza del vero, che la fama acquistata nell'interpretazioni Aristoteliche.

Ora, poiché morte acerbissima ha, nel più bel sereno de gli anni loro, privato di quei due gran lumi Venezia e Firenze, ho risoluto prolungar, per quanto vagliono le mie debili forze, la vita alla fama loro sopra queste mie carte, introducendoli per interlocutori della presente controversia. Né mancherà il suo luogo al buon Peripatetico, al quale, pel soverchio affetto verso i comenti di Simplicio, è parso decente, senza esprimerne il nome, lasciarli quello del reverito scrittore. Gradiscano quelle due grand'anime, al cuor mio sempre venerabili, questo publico monumento del mio non mai morto amore, e con la memoria della loro eloquenza mi aiutino a spiegare alla posterità le promesse speculazioni.

[9] I nomi dei personaggi sono stati scelti con una precisa intenzione dall'autore: Filippo Salviati (1582-1614) nobile fiorentino, amico ed allievo di Galilei, ebbe interessi vari di cultura e fu nominato, per questo, membro dell'Accademia dei Lincei, su proposta di Galilei; fu anche accademico della Crusca. Morì a trentadue anni a Barcellona, durante un viaggio in Spagna (cfr. vol. I, p. 932, n. 1); per le sue moderne vedute, per l'agilità di mente che lo distingueva, Galilei affida a lui in questo *Dialogo*, come farà più tardi nei *Discorsi intorno a due nuove scienze*, il compito di esporre le sue idee. Francesco Sagredo, patrizio veneziano nato nel 1571, è un personaggio molto vivo ed interessante: la sua cultura scientifica lo spinse ad approfondire alcune particolari ricerche naturali, come quelle sulle calamite, anziché dedicarsi, come la sua condizione sociale richiedeva, alla vita politica e militare; ma non poté sottrarsi del tutto a questa perché andò console veneziano in Siria. Partecipe di quelle interessanti conversazioni che si svolgevano a Venezia tra il Sarpi, Galilei e Fabrici d'Acquapendente, egli si legò di intensa e cordiale amicizia a Galilei, sotto la cui guida compì numerose indagini e costruì termometri e cannocchiali; nel *Dialogo* è affidata a lui la parte del moderatore intelligente ed aperto, fra le due opposte tesi del copernicanesimo e del tolemaicismo. Simplicio invece è un personaggio immaginario, che riprende il nome del medievale commentatore delle opere aristoteliche. Egli sostiene le argomentazioni dell'aristotelismo e della teoria tolemaica, che difende con garbo e cultura. I contemporanei credettero di ravvisare in questo personaggio la figura del pontefice Urbano VIII, ma ciò non è affatto provato, tanto più che il Barberini aveva in diverse occasioni espresso il proprio consenso alle opere e alle posizioni scientifiche di Galilei, al quale aveva anche indirizzato l'*Adulatio perniciosa*.

Erano casualmente occorsi (come interviene) varii discorsi alla spezzata tra questi signori, i quali avevano più tosto ne i loro ingegni accesa, che consolata, la sete dell'imparare: però fecero saggia risoluzione di trovarsi alcune giornate insieme, nelle quali, bandito ogni altro negozio, si attendesse vagheggiare con più ordinate speculazioni le maraviglie di Dio nel cielo e nella terra. Fatta la radunanza nel palazzo dell'illustrissimo Sagredo, dopo i debiti, ma però brevi, complimenti, il signor Salviati in questa maniera incominciò.

GIORNATA PRIMA [10]

INTERLOCUTORI:
Salviati, Sagredo e Simplicio.

Sal. Fu la conclusione e l'appuntamento di ieri, che noi dovessimo in questo giorno discorrere, quanto più distintamente e particolarmente per noi si potesse, intorno alle ragioni naturali e loro efficacia, che per l'una parte e per l'altra sin qui sono state prodotte da i fautori della posizione Aristotelica e Tolemaica e da i seguaci del sistema Copernicano. E perché, collocando il Copernico la Terra tra i corpi mobili del cielo, viene a farla essa ancora un globo simile a un pianeta, sarà bene che il principio delle nostre considerazioni sia l'andare esaminando quale e quanta sia la forza e l'energia de i progressi peripatetici nel dimostrare come tale assunto sia del tutto impossibile; attesoché sia necessario introdurre in natura sustanze diverse tra di loro, cioè la celeste e la elementare, quella impassibile ed immor-

[10] Nella prima giornata i personaggi del *Dialogo* discutono sulla contrapposizione tra la filosofia aristotelica da un lato e la dottrina copernicana e la teoria della mobilità della Terra dall'altro; un'ampia rassegna dei fatti più significativi avvenuti nella scienza naturale del Seicento – dalle grandi scoperte del gennaio 1610 alle macchie solari, alla discussione, già accennata nel *Sidereus nuncius*, sulla superficie lunare, ai pianeti medicei – costituiscono il motivo per un esame critico della fisica aristotelica ed in particolare della teoria del movimento: ciò mostra appunto come il copernicanesimo di Galilei abbia avuto la sua prima origine nella critica alla meccanica di Aristotele. Da queste argomentazioni si conclude quindi che la Terra non è il centro dell'universo. Una importante dichiarazione sui limiti e sulle possibilità dell'intelletto umano, in comparazione con quello divino, chiude questa interessante parte del *Dialogo*, che trae ispirazione dalla natura umanistica della scienza galileiana.

tale, questa alterabile e caduca [11]. Il quale argomento tratta egli ne i libri del Cielo, insinuandolo prima con discorsi dependenti da alcuni assunti generali, e confermandolo poi con esperienze e con dimostrazioni particolari. Io, seguendo l'istesso ordine, proporrò, e poi liberamente dirò il mio parere; esponendomi alla censura di voi, ed in particolare del signor Simplicio, tanto strenuo campione e mantenitore della dottrina Aristotelica.

È il primo passo del progresso peripatetico quello dove Aristotile prova la integrità e perfezione del mondo coll'additarci com'ei non è una semplice linea né una superficie pura, ma un corpo adornato di lunghezza, di larghezza e di profondità [12]; e perché le dimensioni non son più che queste tre, avendole egli, le ha tutte, ed avendo il tutto, è perfetto. Che poi, venendo dalla semplice lunghezza costituita quella magnitudine che si chiama linea, aggiunta la larghezza si costituisca la superficie, e sopragiunta l'altezza o profondità ne risulti il corpo, e che doppo queste tre dimensioni non si dia passaggio ad altra, sì che in queste tre sole si termini l'integrità e per così dire la totalità, averei ben desiderato

[11] « Similmente, è conforme a ragione concepire questo corpo (che si muove circolarmente, *id est* celeste) anche come ingenerato, incorruttibile e non soggetto ad accrescimento o alterazione, perché tutto ciò che diviene, diviene movendo da un contrario e da un sostrato, e parimenti si corrompe sulla base d'un sostrato e sotto l'azione di un contrario e passando ad un contrario » (ARISTOTELE, *De coelo*, I, 3, trad. a cura di O. Longo, Firenze, Sansoni, 1962).

[12] « Delle grandezze, quella che ha una dimensione è linea, quella che ne ha due è superficie, quella che ne ha tre è corpo, e al di fuori di queste non si danno altre grandezze, perché tre è tutti, e tre volte uno dà tutte le dimensioni. Come infatti dicono anche i Pitagorici, il ' tutto ' e ' tutti ' son definiti dal tre, perché fine, mezzo e principio hanno il numero del tutto, ma il numero che essi hanno è quello della triade. Perciò avendolo direttamente dalla natura quasi legge di essa, ci serviamo di questo numero anche nei riti che celebriamo in onore degli dèi. Ma anche nel dare le denominazioni procediamo nello stesso modo, perché di due cose diciamo ' ambedue ' e di due persone ' entrambi ', ma non diciamo ' tutti ', e questo termine lo predichiamo solo a partire dal tre. E questo perché, come abbiamo detto, è la natura stessa che così ci guida, e noi ci conformiamo ad essa. Ne segue che... solo il corpo fra le grandezze viene ad essere perfetto. Esso solo infatti è definito dal tre, ma il tre è già il tutto » (ARISTOTELE, *De coelo*, I, 1).

che da Aristotile mi fusse stato dimostrato con necessità, e massime potendosi ciò esequire assai chiaro e speditamente.

Simpl. Mancano le dimostrazioni bellissime nel 2°, 3° e 4° testo, doppo la definizione del continuo? Non avete, primieramente, che oltre alle tre dimensioni non ve n'è altra, perché il tre è ogni cosa, e 'l tre è per tutte le bande? e ciò non vien egli confermato con l'autorità e dottrina de i Pittagorici, che dicono che tutte le cose son determinate da tre, principio, mezo e fine, che è il numero del tutto? E dove lasciate voi l'altra ragione, cioè che, quasi per legge naturale, cotal numero si usa ne' sacrifizii degli Dei? e che, dettante pur così la natura, alle cose che son tre, e non a meno, attribuiscono il titolo di tutte? perché di due si dice *amendue*, e non si dice *tutte*; ma di tre, sì bene. E tutta questa dottrina l'avete nel testo 2°. Nel 3° poi, *ad pleniorem scientiam*, si legge che l'ogni cosa, il tutto, e 'l perfetto, formalmente son l'istesso; e che però solo il corpo tra le grandezze è perfetto, perché esso solo è determinato da 3, che è il tutto, ed essendo divisibile in tre modi, è divisibile per tutti i versi: ma dell'altre, chi è divisibile in un modo, e chi in dua, perché secondo il numero che gli è toccato, così hanno la divisione e la continuità; e così quella è continua per un verso, questa per due, ma quello, cioè il corpo, per tutti. Di più nel testo 4°, doppo alcune altre dottrine, non prov'egli l'istesso con un'altra dimostrazione, cioè che non si facendo trapasso se non secondo qualche mancamento (e così dalla linea si passa alla superficie, perché la linea è manchevole di larghezza), ed essendo impossibile che il perfetto manchi, essendo egli per tutte le bande, però non si può passare dal corpo ad altra magnitudine? Or da tutti questi luoghi non vi par egli a sufficienza provato, com'oltre alle tre dimensioni, lunghezza, larghezza e profondità, non si dà transito ad altra, e che però il corpo, che le ha tutte, è perfetto?

Sal. Io, per dire il vero, in tutti questi discorsi non mi son sentito strignere a concedere altro se non che quello che ha principio, mezo e fine, possa e deva dirsi perfetto: ma che poi, perché principio, mezo e fine son 3, il numero 3 sia

numero perfetto, ed abbia ad aver facultà di conferir perfezione a chi l'averà, non sento io cosa che mi muova a concederlo; e non intendo e non credo che, verbigrazia, per le gambe il numero 3 sia più perfetto che 'l 4 o il 2; né so che 'l numero 4 sia d'imperfezione a gli elementi, e che più perfetto fusse ch'e' fusser 3. Meglio dunque era lasciar queste vaghezze a i retori e provar il suo intento con dimostrazione necessaria, ché così convien fare nelle scienze dimostrative.

Simpl. Par che voi pigliate per ischerzo queste ragioni: e pure è tutta dottrina de i Pittagorici, i quali tanto attribuivano a i numeri; e voi, che sete matematico, e, credo anco, in molte opinioni filosofo Pittagorico [13], pare che ora disprezziate i lor misteri.

Sal. Che i Pittagorici avessero in somma stima la scienza de i numeri, e che Platone stesso ammirasse l'intelletto umano e lo stimasse partecipe di divinità solo per l'intender egli la natura de' numeri, io benissimo lo so, né sarei lontano dal farne l'istesso giudizio; ma che i misteri per i quali Pittagora e la sua setta avevano in tanta venerazione la scienza de' numeri sieno le sciocchezze, che vanno per le bocche e per le carte del volgo, non credo io in veruna maniera; anzi perché so che essi, acciò le cose mirabili non fussero esposte alle contumelie e al dispregio della plebe, dannavano come sacrilegio il publicar le più recondite proprietà de' numeri e delle quantità incommensurabili ed irrazionali da loro investigate, e predicavano che quello che le avesse manifestate era tormentato nell'altro mondo, penso che tal uno di loro [14], per dar pasto alla plebe e liberarsi dalle sue domande, gli dicesse, i misterii loro numerali esser

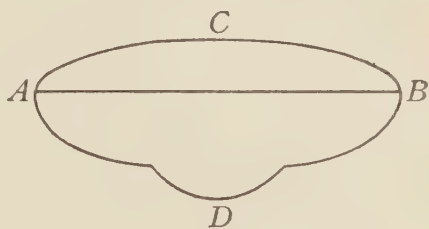
[13] Nelle condizioni della scienza naturale del tempo, non ancora distinta dalla filosofia, la denominazione di « filosofo pitagorico » attribuita alla scuola galileiana vuole indicare il valore da essa assegnato alla rilevazione matematica della realtà; non bisogna dimenticare, d'altro canto, che alla scuola pitagorica si fanno risalire le prime intuizioni del movimento della Terra.

[14] Ippaso di Metaponto, allievo della scuola pitagorica, rese noto l'errore in cui era incorsa la sua scuola nella valutazione matematica della realtà, per avere ignorato le grandezze incommensurabili; la leggenda narra che, fuggendo, perì in un naufragio.

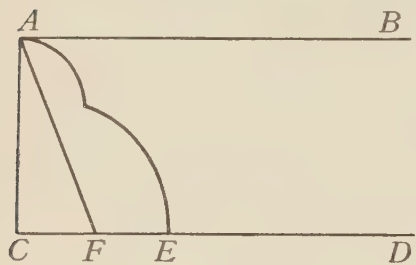
quelle leggerezze che poi si sparsero tra il vulgo; e questo con astuzia ed accorgimento simile a quello del sagace giovane che, per torsi dattorno l'importunità non so se della madre o della curiosa moglie, che l'assediava acciò le conferisse i segreti del senato, compose quella favola onde essa con molte altre donne rimasero dipoi, con gran risa del medesimo senato, schernite.

Simpl. Io non voglio esser nel numero de' troppo curiosi de' misterii de' Pittagorici; ma stando nel proposito nostro, replico che le ragioni prodotte da Aristotile per provare, le dimensioni non esser, né poter esser, più di tre, mi paiono concludenti; e credo che quando ci fusse stata dimostrazione più necessaria, Aristotile non l'avrebbe lasciata in dietro.

Sagr. Aggiugnetevi almanco, se l'avesse saputa, o se la gli fusse sovvenuta. Ma voi, signor Salviati, mi farete ben gran piacere di arrecarmene qualche evidente ragione, se alcuna ne avete così chiara, che possa esser compresa da me.

Sal. Anzi, e da voi e dal signor Simplicio ancora; e non pur compresa, ma di già anche saputa, se ben forse non avvertita. E per più facile intelligenza piglieremo carta e penna, che già veggio qui per simili occorrenze apparecchiate, e ne faremo un poco di figura. E prima noteremo questi due punti *A*, *B*, e tirate dall'uno all'altro le linee curve *A C B*, *A D B* e la retta *A B*, vi domando qual di esse nella mente vostra è quella che determina la distanza tra i termini *A*, *B*, e perché.

Sagr. Io direi la retta, e non le curve; sì perché la retta è la più breve; sì perché l'è una, sola e determinata, dove le altre sono infinite, ineguali e più lunghe, e la determinazione mi pare che si deva prendere da quel che è uno e certo.

Sal. Noi dunque aviamo la linea retta per determinatrice della lunghezza tra due termini: aggiunghiamo adesso un'altra linea retta e parallela alla *A B*, la quale sia *C D*, sì che tra esse resti frapposta una superficie, della quale io vorrei che voi mi assegnaste la larghezza. Però partendovi

dal termine *A*, ditemi dove e come voi volete andare a terminare nella linea *C D* per assegnarmi la larghezza tra esse linee compresa; dico se voi la determinerete secondo la quantità della curva *A E*, o pur della retta *A F*, o pure...

Simpl. Secondo la retta *A F*, e non secondo la curva, essendosi già escluse le curve da simil uso.

Sagr. Ma io non mi servirei né dell'una né dell'altra, vedendo la retta *A F* andare obliquamente; ma vorrei tirare una linea che fusse a squadra sopra la *C D*, perché questa mi par che sarebbe la brevissima, ed unica delle infinite maggiori, e tra di loro ineguali, che dal termine *A* si possono produrre ad altri ed altri punti della linea opposta *C D*.

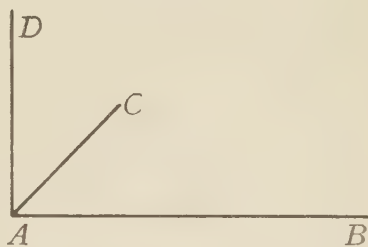
Sal. Parmi la vostra elezione, e la ragione che n'adducete, perfettissima: talché sin qui noi abbiamo, che la prima dimensione si determina con una linea retta; la seconda, cioè la larghezza, con un'altra linea pur retta, e non solamente retta, ma, di più, ad angoli retti sopra l'altra che determinò la lunghezza; e così abbiamo definite le due dimensioni della superficie, cioè la lunghezza e la larghezza. Ma quando voi aveste a determinare un'altezza, come, per esempio, quanto sia alto questo palco dal pavimento che noi abbiamo sotto i piedi; essendo che da qualsivoglia punto del palco si possono tirare infinite linee, e curve e rette, e tutte di diverse lunghezze, ad infiniti punti del sottoposto pavimento, di quale di cotali linee vi servireste voi?

Sagr. Io attaccherei un filo al palco, e con un piombino, che pendesse da quello, lo lascerei liberamente distendere sino che arrivasse prossimo al pavimento; e la lunghezza di tal filo, essendo la retta e brevissima di quante linee si potessero dal medesimo punto tirare al pavimento, direi che fusse la vera altezza di questa stanza.

Sal. Benissimo. E quando dal punto notato nel pavimento da questo filo pendente (posto il pavimento a livello, e non inclinato) voi faceste partire due altre linee rette, una per la lunghezza e l'altra per la larghezza della super-

ficie di esso pavimento, che angoli conterrebber elleno con esso filo?

Sagr. Conterrebbero sicuramente angoli retti, cadendo esso filo a piombo ed essendo il pavimento ben piano e ben livellato.

Sal. Adunque se voi stabilirete alcun punto per capo e termine delle misure, e da esso farete partire una retta linea come determinatrice della prima misura, cioè della lunghezza, bisognerà per necessità che quella che dee definir la larghezza si parta ad angolo retto sopra la prima, e che quella che ha da notar l'altezza, che è la terza dimensione, partendo dal medesimo punto formi, pur con le altre due, angoli non obliqui, ma retti: e così dalle tre perpendicolari avrete, come da tre linee une e certe e brevissime, determinate le tre dimensioni, *A B* lunghezza, *A C* larghezza, *A D* altezza. E perché chiara cosa è, che al medesimo punto non può concorrere altra linea che con quelle faccia angoli retti, e le dimensioni dalle sole linee rette che tra di lor fanno angoli retti deono esser determinate, adunque le dimensioni non sono più che 3; e chi ha le 3 le ha tutte, e chi le ha tutte è divisibile per tutti i versi, e chi è tale è perfetto, etc.

Simpl. E chi lo dice che non si possan tirare altre linee? e perché non poss'io far venir di sotto un'altra linea sino al punto *A*, e che sia a squadra con l'altre?

Sal. Voi non potete sicuramente ad un istesso punto far concorrere altro che tre linee rette sole, che fra di loro costituiscano angoli retti.

Sagr. Sì, perché quella che vuol dire il signor Simplicio par a me che sarebbe l'istessa *D A* prolungata in giù: ed in questo modo si potrebbe tirarne altre due, ma sarebbero le medesime prime tre, non differenti in altro, che dove ora si toccano solamente, all'ora si segherebbero, ma non apporterebbero nuove dimensioni.

Simpl. Io non dirò che questa vostra ragione non possa esser concludente, ma dirò bene con Aristotile che nelle cose

naturali non si deve sempre ricercare una necessità di dimostrazion matematica [15].

Sagr. Sì, forse, dove la non si può avere; ma se qui ella ci è, perché non la volete voi usare? Ma sarà bene non ispender più parole in questo particolare, perché io credo che il signor Salviati ad Aristotile ed a voi senza altre dimostrazioni avrebbe conceduto, il mondo esser corpo, ed esser perfetto e perfettissimo, come opera massima di Dio.

Sal. Così è veramente. Però lasciata la general contemplazione del tutto, venghiamo alla considerazione delle parti, le quali Aristotile nella prima divisione fa due, e tra di loro

[15] La concezione qualitativa della realtà, propria degli aristotelici, non consente l'uso della matematica quale scienza interpretativa della realtà, poiché essa ha carattere quantitativo. Ma contro la tradizione aristotelica, ripresa da Tommaso d'Aquino – che, distinguendo nettamente quantità e qualità, non riteneva che si potessero misurare variazioni di qualità – verso la fine del Medioevo, si cominciò a ritenere ammissibili lo sviluppo e la diminuizione delle qualità e delle forme, sì da pensare per esempio che la intensità del calore fosse misurabile in gradi numerici. Pur essendo queste discussioni inserite nel quadro di una prospettiva filosofica e religiosa, vi si potevano già notare i presupposti della fisica matematica del sec. XVII: attraverso un riesame delle variazioni concomitanti tra la causa e l'effetto di un fenomeno, si venne precisando la maniera di rappresentare sotto forma di funzione algebrica il nesso tra il fenomeno e le condizioni da cui esso risulta determinato. La sostituzione del concetto di causa col concetto di funzione indicò il primo distacco della ricerca naturale dall'involucro metafisico e la sua progressiva autonomia. Questo processo si svolse dapprima con la formulazione della cosidetta « algebra delle parole », fondata sull'uso dell'alfabeto al posto dei numeri per rappresentare le qualità variabili e con il ricorso a simboli, come nell'algebra moderna; di qui derivò il metodo della rappresentazione grafico-geometrica delle variazioni d'intensità di un fenomeno. Questi procedimenti sono legati ai nomi di Thomas Bradwardine (1290-1349), di William Heytesbury (1313-1372) e di Richard Swinehead, più noto col nome di « Calcolatore ». Può essere interessante ricordare che il metodo di rappresentazione grafica fu utilizzato nelle indagini sulla cinematica dei corpi, da Alberto di Sassonia e in modo particolarmente moderno, da Nicola di Oresme: la sua opera infatti rappresenta, come osserva il Crombie nell'opera già citata, un passo avanti verso la scoperta della geometria analitica e verso l'introduzione nella geometria dell'idea di movimento che era mancata alla geometria dei greci. Attraverso questi metodi conosciuti dal giovane Galilei a Pisa, si può comprendere non solo il mutamento operato nel sec. XVII nella fisica ma anche la stessa peculiarità del metodo galileiano.

diversissime ed in certo modo contrarie; dico, la celeste e la elementare: quella, ingenerabile, incorruttibile, inalterabile, impassibile, etc.; e questa esposta ad una continua, alterazione, mutazione, etc. [16]. La qual differenza cava egli, come da suo principio originario, dalla diversità de i moti locali: e camina con tal progresso.

Uscendo, per così dire, del mondo sensibile e ritirandosi al mondo ideale, comincia architettonicamente a considerare che essendo la natura principio di moto [17], conviene che i corpi naturali siano mobili di moto locale [18]. Dichiara poi i movimenti locali esser di tre generi, cioè circolare, retto e misto del retto e del circolare; e li duoi primi chiamo semplici, perché di tutte le linee la circolare e la retta sole son semplici. E di qui, ristringendosi alquanto, di nuovo definisce, de i movimenti semplici uno esser il circolare, cioè quello che si fa intorno al mezo, ed il retto all'insù ed all'ingiù, cioè all'insù quello che si parte dal mezo, all'ingiù

[16] Nel *De coelo* (I, 2) Aristotele aveva asserito che « ogni movimento nello spazio è retto o circolare o misto di retto e circolare; ma solo i primi due moti sono semplici », ed aggiunse: « ma siccome c'è un moto semplice ch'è il moto circolare,.... deve esistere un corpo semplice che per sua natura sia fornito di movimento circolare e (poiché questo non può essere né terra né fuoco) deve esistere una sostanza divina e anteriore alle sostanze ed ai composti terreni ». Nel respingere un siffatto tipo di ragionamento che vuole avere pretesa di scientificità, Galilei qui mostra il carattere ingannevole di tutta l'argomentazione di Aristotele che « ha di mira di cambiarci le carte in mano », facendo valere come definizioni di principio con valore assoluto distinzioni di natura puramente sensibile e quindi relative, come il moto in su e in giù rettilineo.

[17] « Per ciascun genere di cose si distingue l'essere in potenza e l'essere in atto: e però chiamo movimento l'atto di ciò ch'è in potenza in quanto tale... Il movimento ha luogo quando ci sia proprio l'attualità, né prima, né dopo. Il movimento è tale per l'appunto l'attualità di ciò che è in potenza, non in quanto è tale, cioè atto compiuto, ma in quanto ha la possibilità di muoversi » (ARISTOTELE, *La metafisica*, XI, 9).

[18] « Quattro sono i mutamenti, secondo che una cosa muta per la sostanza o per la qualità, o per la quantità o per il luogo; e dicesi nascere o perire, semplicemente, il mutamento sostanziale; aumento o diminuzione, quello di quantità; alterazione, quello di qualità; traslazione quello di luogo » (*La metafisica* cit., XIII, 2). « Natura è un principio e una causa di movimento e di quiete per ciò in cui essa è insita immediatamente per sé stessa e non per accidente » (ARISTOTELE, *Fisica*, II, 1, 192 b, 21).

quello che va verso il mezo: e di qui inferisce come necessariamente conviene che tutti i movimenti semplici si ristringano a queste tre spezie, cioè al mezo, dal mezo, ed intorno al mezo; il che risponde, dice egli, con certa bella proporzione a quel che si è detto di sopra del corpo, che esso ancora è perfezionato in tre cose, e così il suo moto. Stabiliti questi movimenti, segue dicendo che, essendo, de i corpi naturali, altri semplici ed altri composti di quelli (e chiama corpi semplici quelli che hanno da natura principio di moto, come il fuoco e la terra), conviene che i movimenti semplici sieno de i corpi semplici, ed i misti de' composti, in modo però che i composti seguano il moto della parte predominante nella composizione [19].

Sagr. Di grazia, signor Salviati, fermatevi alquanto, perché io mi sento in questo progresso pullular da tante bande tanti dubbi, che mi sarà forza o dirgli, s'io vorrò sentir con attenzione le cose che voi soggiugnerete, o rimuover l'attenzione dalle cose da dirsi, se vorrò conservare la memoria de' dubbi.

Sal. Io molto volentieri mi fermerò, perché corro ancor io simil fortuna, e sto di punto in punto per perdermi, mentre mi conviene veleggiar tra scogli ed onde così rotte, che mi fanno, come si dice, perder la bussola: però, prima che far maggior cumulo, proponete le vostre difficultà.

Sagr. Voi, insieme con Aristotile, da principio mi separaste alquanto dal mondo sensibile per additarmi l'architettura con la quale egli doveva esser fabbricato, e con mio gusto mi cominciaste a dire che il corpo naturale è per natura mobile, essendo che si è diffinito altrove, la natura esser principio di moto. Qui si nacque un poco di dubbio; e fu, per qual cagione Aristotile non disse che de' corpi naturali alcuni sono mobili per natura ed altri immobili, avvengaché nella definizione vien detto, la natura esser principio di moto

[19] I corpi misti sono quelli costituiti da due o più dei quattro elementi naturali – aria, acqua, terra, fuoco – che perciò son detti anche « elementari »; nei corpi composti prevale il moto, in su o in giù, proprio dell'elemento che è ivi preponderante.

e di quiete; che se i corpi naturali hanno tutti principio di movimento, o non occorreva metter la quiete nella definizione della natura, o non occorreva indur tal definizione in questo luogo. Quanto poi al dichiararmi, quali egli intenda esser i movimenti semplici e come ei gli determina da gli spazi, chiamando semplici quelli che si fanno per linee semplici, che tali sono la circolare e la retta solamente, lo ricevo quietamente, né mi curo di sottilizargli l'instanza della elica intorno al cilindro, che, per esser in ogni sua parte simile a se stessa, par che si potesse annoverar tra le linee semplici. Ma mi risento bene alquanto nel sentirlo ristrignere (mentre par che con altre parole voglia replicar le medesime definizioni) a chiamare quello, movimento intorno al mezo, e questo, *sursum et deorsum,* cioè in su e in giù; li quali termini non si usano fuori del mondo fabbricato, ma lo suppongono non pur fabbricato, ma di già abitato da noi [20]. Che se il moto retto è semplice per la semplicità della linea retta, e se il moto semplice è naturale, sia pur egli fatto per qualsivoglia verso, dico in su, in giù, innanzi, in dietro, a destra ed a sinistra, e se altra differenza si può immaginare, purché sia retto, dovrà convenire a qualche corpo naturale semplice; o se no, la supposizione d'Aristotile è manchevole. Vedesi in oltre che Aristotile accenna, un solo esser al mondo il moto circolare, ed in conseguenza un solo centro, al quale solo si riferiscano i movimenti retti in su e in giù; tutti indizi che egli ha mira di cambiarci le carte in mano, e di volere accomodar l'architettura alla fabbrica, e non costruire la fabrica conforme a i precetti dell'architettura: ché se io dirò che nell'università della natura ci posson essere mille movimenti circolari, ed in conseguenza mille centri, vi saranno ancora mille moti in su e in giù. In oltre ei pone, come è detto, moti semplici e moto misto, chiamando semplici il circolare ed il retto, e misto il composto di questi; de i corpi naturali chiama altri

[20] Come si è già osservato nella nota 16, Galilei nota qui lo scarto del discorso aristotelico, che rende assoluta la distinzione tra moto retto all'insù e moto all'ingiù.

semplici (cioè quelli che hanno principio naturale al moto semplice), ed altri composti; ed i moti semplici gli attribuisce a' corpi semplici, ed a' composti il composto: ma per moto composto e' non intende più il misto di retto e circolare, che può essere al mondo, ma introduce un moto misto tanto impossibile, quanto è impossibile a mescolare movimenti opposti fatti nella medesima linea retta, sì che da essi ne nasca un moto che sia parte in su e parte in giù; e per moderare una tanta sconvenevolezza e impossibilità, si riduce a dire che tali corpi misti si muovono secondo la parte semplice predominante; che finalmente necessita altrui a dire che anco il moto fatto per la medesima linea retta è alle volte semplice e tal ora anche composto, sì che la semplicità del moto non si attende più dalla semplicità della linea solamente.

Simpl. Oh non vi par ella differenza bastevole se il movimento semplice ed assoluto sarà più veloce assai di quello che vien dal predominio? e quanto vien più velocemente all'ingiù un pezzo di terra pura, che un pezzuol di legno [21]?

Sagr. Bene, signor Simplicio; ma se la semplicità si ha da mutar per questo, oltre che ci saranno centomila moti misti, voi non mi saprete determinare il semplice; anzi, di più, se la maggiore e minor velocità possono alterar la semplicità del moto, nessun corpo semplice si moverà mai di moto semplice, avvengaché in tutti i moti retti naturali la velocità si va sempre agumentando [22], ed in conseguenza sempre mutando la semplicità, la quale, per esser semplicità, conviene che sia immutabile; e, quel che più importa, voi graverete Aristotile d'una nuova nota, come quello che nella definizione del moto composto non ha fatto menzione

[21] Contro l'opinione volgare, raccolta e sostenuta dagli aristotelici, Galilei dimostra che non è il peso la causa della maggiore o minore velocità (cfr. la giornata terza dei *Discorsi intorno a due nuove scienze*).

[22] Come si spiegherà a proposito della lettera a P. Sarpi del 1604, Galilei nel *De motu* aveva assegnato come ragione della variazione di velocità, in un movimento naturalmente accelerato, il rapporto tra velocità e spazio percorso; soltanto più tardi enuncerà la giusta legge di quel tipo di movimento.

di tardità né di velocità, la quale ora voi ponete per articolo necessario ed essenziale. Aggiugnesi che né anco potrete da cotal regola trar frutto veruno; imperocché ci saranno de' misti, e non pochi, de' quali altri si moveranno più lentamente, ed altri più velocemente, del semplice, come, per esempio, il piombo e 'l legno in comparazione della terra: e però tra questi movimenti quale chiamerete voi il semplice, e quale il composto?

Simpl. Chiamerassi semplice quello che vien fatto dal corpo semplice, e misto quel del corpo composto.

Sagr. Benissimo veramente. E che dite voi, signor Simplicio? poco fa volevi che il moto semplice e il composto m'insegnassero quali siano i corpi semplici e quali i misti; ed ora volete che da i corpi semplici e da i misti io venga in cognizione di qual sia il moto semplice e quale il composto: regola eccellente per non saper mai conoscer né i moti né i corpi. Oltre che già venite a dichiararvi come non vi basta più la maggior velocità, ma ricercate una terza condizione per definire il movimento semplice, per il quale Aristotile si contentò d'una sola, cioè della semplicità dello spazio; ma ora, secondo voi, il moto semplice sarà quello che vien fatto sopra una linea semplice, con certa determinata velocità, da un corpo mobile semplice. Or sia come a voi piace, e torniamo ad Aristotile, il qual mi definì, il moto misto esser quello che si compone del retto e del circolare; ma non mi trovò poi corpo alcuno che fusse naturalmente mobile di tal moto.

Sal. Torno dunque ad Aristotile, il quale avendo molto bene e metodicamente cominciato il suo discorso, ma avendo più la mira di andare a terminare e colpire in uno scopo, prima nella mente sua stabilitosi [23], che dove dirittamente il progresso lo conduceva, interrompendo il filo ci esce traver-

[23] Il metodo scientifico seguìto da Galilei non subordina a pregiudiziali di qualsiasi natura i risultati delle indagini ma riconosce solo l'autorità congiunta dell'esperienza e delle dimostrazioni matematiche. Per la difesa dell'autonomia della scienza cfr. la lettera al Castelli del 21 dicembre 1613, vol. I, pp. 525 segg.

salmente a portar come cosa nota e manifesta, che quanto a i moti retti in su e in giù, questi naturalmente convengono al fuoco ed alla terra, e che però è necessario che oltre a questi corpi, che sono appresso di noi, ne sia un altro in natura al quale convenga il movimento circolare, il quale sia ancora tanto più eccellente, quanto il moto circolare è più perfetto del moto retto: quanto poi quello sia più perfetto di questo, lo determina dalla perfezion della linea circolare sopra la retta, chiamando quella perfetta, ed imperfetta questa; imperfetta, perché se è infinita, manca di fine e di termine; se è finita, fuori di lei ci è alcuna cosa dove ella si può prolungare. Questa è la prima pietra, base e fondamento di tutta la fabbrica del mondo Aristotelico, sopra la quale si appoggiano tutte l'altre proprietà di non grave né leggiero, d'ingenerabile, incorruttibile ed esente da ogni mutazione, fuori della locale, etc.: e tutte queste passioni afferma egli esser proprie del corpo semplice e mobile di moto circolare; e le condizioni contrarie, di gravità, leggerezza, corruttibilità, etc., le assegna a' corpi mobili naturalmente di movimenti retti. Là onde qualunque volta nello stabilito sin qui si scuopra mancamento, si potrà ragionevolmente dubitar di tutto il resto, che sopra gli vien costrutto. Io non nego che questo, che sin qui Aristotile ha introdotto con discorso generale, dependente da principii universali e primi, non venga poi nel progresso riconfermato con ragioni particolari e con esperienze, le quali tutte è necessario che vengano distintamente considerate e ponderate; ma già che nel detto sin qui si rappresentano molte, e non picciole, difficultà (e pur converrebbe che i primi principii e fondamenti fussero sicuri fermi e stabili, acciocché più risolutamente si potesse sopra di quelli fabbricare), non sarà forse se non ben fatto, prima che si accresca il cumulo de i dubbi, vedere se per avventura (sì come io stimo) incamminandoci per altra strada ci indrizzassimo a più diritto e sicuro cammino, e con precetti d'architettura meglio considerati potessimo stabilire i primi fondamenti. Però, sospendendo per ora il progresso d'Aristotile, il quale a suo tempo ripiglieremo e partitamente esamineremo, dico che, delle cose da

esso dette sin qui, convengo seco ed ammetto che il mondo sia corpo dotato di tutte le dimensioni, e però perfettissimo; ed aggiungo, che come tale ci sia necessariamente ordinatissimo, cioè di parti con sommo e perfettissimo ordine tra di loro disposte: il quale assunto non credo che sia per esser negato né da voi né da altri.

Simpl. E chi volete voi che lo neghi? la prima cosa, egli è d'Aristotile stesso; e poi, la sua denominazione non par che sia presa d'altronde, che dall'ordine che egli perfettamente contiene.

Sal. Stabilito dunque cotal principio, si può immediatamente concludere che, se i corpi integrali del mondo devono esser di lor natura mobili, è impossibile che i movimenti loro siano retti, o altri che circolari: e la ragione è assai facile e manifesta. Imperocché quello che si muove di moto retto, muta luogo; e continuando di muoversi, si va più e più sempre allontanando dal termine ond'ei si partì e da tutti i luoghi per i quali successivamente ei va passando; e se tal moto naturalmente se gli conviene, adunque egli da principio non era nel luogo suo naturale, e però non erano le parti del mondo con ordine perfetto disposte: ma noi supponghiamo, quelle esser perfettamente ordinate: adunque, come tali, è impossibile che abbiano da natura di mutar luogo, ed in conseguenza di muoversi di moto retto. In oltre, essendo il moto retto di sua natura infinito, perché infinita e indeterminata è la linea retta, è impossibile che mobile alcuno abbia da natura principio di muoversi per linea retta, cioè verso dove è impossibile di arrivare, non vi essendo termine prefinito; e la natura, come ben dice Aristotile medesmo, non intraprende a fare quello che non può esser fatto, né intraprende a muovere dove è impossibile a pervenire. E se pur alcuno dicesse, che se bene la linea retta, ed in conseguenza il moto per essa, è produttibile in infinito, cioè interminato, tuttavia però la natura, per così dire, arbitrariamente gli ha assegnati alcuni termini e dato naturali instinti a' suoi corpi naturali di muoversi a quelli, io risponderò che ciò per avventura si potrebbe favoleggiare che fusse avvenuto del primo caos, dove confusamente ed

inordinatamente andavano indistinte materie vagando, per le quali ordinare la natura molto acconciamente si fusse servita de i movimenti retti, i quali, sì come movendo i corpi ben costituiti gli disordinano, così sono acconci a ben ordinare i pravamente disposti; ma dopo l'ottima distribuzione e collocazione è impossibile che in loro resti naturale inclinazione di più muoversi di moto retto, dal quale ora solo ne seguirebbe il rimuoversi dal proprio e natural luogo, cioè il disordinarsi. Possiamo dunque dire, il moto retto servire a condur le materie per fabbricar l'opera, ma fabbricata ch'ell'è, o restare immobile, o, se mobile, muoversi solo circolarmente; se però noi non volessimo dir con Platone, che anco i corpi mondani, dopo l'essere stati fabbricati e del tutto stabiliti, furon per alcun tempo dal suo Fattore mossi di moto retto, ma che dopo l'esser pervenuti in certi e determinati luoghi, furon rivolti a uno a uno in giro, passando dal moto retto al circolare, dove poi si son mantenuti e tuttavia si conservano: pensiero altissimo e degno ben di Platone [24], intorno al quale mi sovviene aver sentito discorrere il nostro comune amico Accademico Linceo; e se ben mi ricorda, il discorso fu tale. Ogni corpo costituito per qualsivoglia causa in istato di quiete, ma che per sua natura sia mobile, posto in libertà si moverà, tutta volta però ch'egli abbia da natura inclinazione a qualche luogo particolare; ché quando e' fusse indifferente a tutti, resterebbe nella sua quiete, non avendo maggior ragione di muoversi a questo che a quello. Dall'aver questa inclinazione ne nasce necessariamente che egli nel suo moto si anderà continuamente accelerando; e cominciando con moto tardissimo, non acquisterà grado alcuno di velocità, che prima e' non sia passato per tutti i gradi di velocità minori, o vogliamo dire di tardità maggiori: perché, partendosi dallo stato della quiete (che è il grado di infinita tardità di moto), non ci è ragione

[24] Come più tardi nei *Discorsi* (p. 787), Galilei s'avvale di questa immaginaria espressione del pensiero platonico, che peraltro non trova riscontro nelle opere del filosofo greco, per concludere che la differenza tra il mondo sublunare e quello celeste non è sostanziale ed originaria.

nissuna per la quale e' debba entrare in un tal determinato grado di velocità, prima che entrare in un minore, ed in un altro ancor minore prima che in quello; anzi par molto ben ragionevole passar prima per i gradi più vicini a quello donde ei si parte, e da quelli a i più remoti; ma il grado di dove il mobile piglia a muoversi è quello della somma tardità, cioè della quiete [25]. Ora, questa accelerazion di moto non si farà se non quando il mobile nel muoversi acquista; né altro è l'acquisto suo se non l'avvicinarsi al luogo desiderato, cioè dove l'inclinazion naturale lo tira; e là si condurrà egli per la più breve, cioè per linea retta. Possiamo dunque ragionevolmente dire che la natura, per conferire in un mobile, prima costituito in quiete, una determinata velocità, si serva del farlo muover, per alcun tempo e per qualche spazio, di moto retto. Stante questo discorso, figuriamoci aver Iddio creato il corpo, verbigrazia, di Giove, al quale abbia determinato di voler conferire una tal velocità, la quale egli poi debba conservar perpetuamente uniforme: potremo con Platone dire che gli desse di muoversi da principio di moto retto ed accelerato, e che poi, giunto a quel tal grado di velocità, convertisse il suo moto retto in circolare, del quale poi la velocità naturalmente convien esser uniforme.

Sagr. Io sento con gran gusto questo discorso, e maggiore credo che sarà doppo che mi abbiate rimossa una difficultà: la quale è, che io non resto ben capace come di necessità convenga che un mobile, partendosi dalla quiete ed entrando in un moto al quale egli abbia inclinazion naturale, passi per tutti i gradi di tardità precedenti, che sono tra qualsivoglia segnato grado di velocità e lo stato di quiete,

[25] Per queste enunciazioni delle leggi della cinematica si vedano, oltre *Le Mecaniche*, vol. I, pp. 148 segg., i *Discorsi intorno a due nuove scienze* (pp. 729 segg.); con la definizione dello stato di quiete come un movimento infinitamente ritardato Galilei, ormai liberatosi del concetto aristotelico del movimento che presupponeva sempre una causa e della medievale teoria dell'*impetus* ancora vincolata a concezioni ontologiche, afferma qui una completa autonomia della nozione scientifica di movimento da posizioni filosofiche di qualsiasi genere. Si veda anche più avanti a p. 250.

li quali gradi sono infiniti; sì che non abbia potuto la natura contribuire al corpo di Giove, subito creato, il suo moto circolare, con tale e tanta velocità.

Sal. Io non ho detto, né ardirei di dire, che alla natura e a Dio fusse impossibile il conferir quella velocità, che voi dite, immediatamente; ma dirò bene che *de facto* la natura non lo fa; talché il farlo verrebbe ad esser operazione fuora del corso naturale, e però miracolosa. *Muovasi [26] con qual si voglia velocità qual si sia poderosissimo mobile, ed incontri qualsivoglia corpo costituito in quiete, ben che debolissimo e di minima resistenza; quel mobile, incontrandolo, già mai non gli conferirà immediatamente la sua velocità: segno evidente di che ne è il sentirsi il suono della percossa, il quale non si sentirebbe, o per dir meglio non sarebbe, se il corpo che stava in quiete ricevesse, nell'arrivo del mobile, la medesima velocità di quello.*

Sagr. Adunque voi credete che un sasso, partendosi dalla quiete, ed entrando nel suo moto naturale verso il centro della Terra, passi per tutti i gradi di tardità inferiori a qualsivoglia grado di velocità?

Sal. Credolo, anzi ne son sicuro, e sicuro con tanta certezza, che posso renderne sicuro voi ancora.

Sagr. Quando in tutto il ragionamento d'oggi io non guadagnassi altro che una tal cognizione, me lo reputerei per un gran capitale.

Sal. Per quanto mi par di comprendere dal vostro ragionare, gran parte della vostra difficultà consiste in quel dover passare in un tempo, ed anco brevissimo, per quelli infiniti gradi di tardità precedenti a qual si sia velocità acquistata dal mobile in quel tal tempo: e però, prima che venire ad altro, cercherò di rimovervi questo scrupolo; che doverà esser agevol cosa, mentre io vi replico che il mobile passa per i detti gradi, ma il passaggio è fatto senza dimorare in veruno, talché, non ricercando il passaggio più di un solo

[26] Qui, come altrove più avanti, gli asterischi comprendono un brano aggiunto di pugno di Galilei in margine ad una delle copie del *Dialogo*.

instante di tempo, e contenendo qualsivoglia piccol tempo infiniti instanti, non ce ne mancheranno per assegnare il suo a ciascheduno de gl'infiniti gradi di tardità, e sia il tempo quanto si voglia breve.

Sagr. Sin qui resto capace: tuttavia mi par gran cosa che quella palla d'artiglieria (che tal mi figuro esser il mobile cadente), che pur si vede scendere con tanto precipizio che in manco di dieci battute di polso passerà più di dugento braccia di altezza, si sia nel suo moto trovata congiunta con sì picciol grado di velocità, che, se avesse continuato di muoversi con quello senza più accelerarsi, non l'averebbe passata in tutto un giorno.

Sal. Dite pure in tutto un anno, né in dieci, né in mille, sì come io m'ingegnerò di persuadervi, ed anco forse senza vostra contradizione ad alcune assai semplici interrogazioni ch'io vi farò. Però ditemi se voi avete difficultà nessuna in concedere che quella palla, nello scendere, vadia sempre acquistando maggior impeto e velocità [27].

Sagr. Sono di questo sicurissimo.

Sal. E se io dirò che l'impeto acquistato in qualsivoglia luogo del suo moto sia tanto che basterebbe a ricondurla a quell'altezza donde si partì, me lo concedereste?

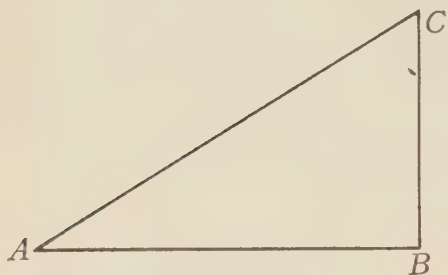
Sagr. Concedere'lo senza contradizione, tuttavolta che la potesse applicar, senz'esser impedita, tutto il suo impeto in quella sola operazione, di ricondur se medesima, o altro eguale a sé, a quella medesima altezza: come sarebbe se la Terra fusse perforata per il centro, e che, lontano da esso cento o mille braccia, si lasciasse cader la palla; credo sicuramente che ella passerebbe oltre al centro, salendo altrettanto quanto scese: e così mi mostra l'esperienza accadere d'un peso pendente da una corda, che rimosso dal perpendicolo, che è il suo stato di quiete, e lasciato poi in libertà, cala verso detto perpendicolo e lo trapassa per altrettanto spazio, o solamente tanto meno quanto il contrasto dell'aria e della corda o di altri accidenti l'impediscono. Mostrami

[27] Cfr. la citata lettera al Sarpi, vol. I, pp. 862 segg.

l'istesso l'acqua, che scendendo per un sifone, rimonta altrettanto quanto fu la sua scesa [28].

Sal. Voi perfettamente discorrete. E perch'io so che non avete dubbio in conceder che l'acquisto dell'impeto sia mediante l'allontanamento dal termine donde il mobile si parte, e l'avvicinamento al centro dove tende il suo moto, arete voi difficultà nel concedere che due mobili eguali, ancorché scendenti per diverse linee, senza veruno impedimento, facciano acquisto d'impeti eguali, tuttavolta che l'avvicinamento al centro sia eguale?

Sagr. Non intendo bene il quesito.

Sal. Mi dichiarerò meglio col segnarne un poco di figura. Però noterò questa linea *A B* parallela all'orizonte, e sopra il punto *B* drizzerò la perpendicolare *B C*, e poi congiugnerò questa inclinata *C A*. Intendendo ora la linea *C A* esser un piano inclinato, esquisitamente pulito e duro, sopra il quale scenda una palla perfettamente rotonda e di materia durissima, ed una simile scenderne liberamente per la perpendicolare *C B*, domando se voi concedereste che l'impeto della scendente per il piano *C A*, giunta che la fusse al termine *A*, potesse essere eguale all'impeto acquistato dall'altra nel punto *B*, doppo la scesa per la perpendicolare *C B* [29].

Sagr. Io credo risolutamente di sì, perché in effetto amendue si sono avvicinate al centro egualmente, e, per quello che pur ora ho conceduto, gl'impeti loro sarebbero egualmente bastanti a ricondur loro stesse alla medesima altezza.

Sal. Ditemi ora quello che voi credete che facesse quella medesima palla posata sul piano orizzontale *A B*.

Sagr. Starebbe ferma, non avendo esso piano veruna inclinazione.

[28] Cfr. la lettera al Baliani del 1630, vol. I, pp. 932 segg., e i *Discorsi* cit., p. 762.

[29] Cfr. *Le Mecaniche*, vol. I, pp. 178-79.

Sal. Ma sul piano inclinato *C A* scenderebbe, ma con moto più lento che per la perpendicolare *C B*.

Sagr. Sono stato per risponder risolutamente di sì, parendomi pur necessario che il moto per la perpendicolare *C B* debba esser più veloce che per l'inclinata *C A*: tuttavia, se questo è, come potrà il cadente per l'inclinata, giunto al punto *A*, aver tanto impeto, cioè tal grado di velocità, quale e quanto il cadente per la perpendicolare avrà nel punto *B*? Queste due proposizioni par che si contradicano.

Sal. Adunque molto più vi parrà falso se io dirò che assolutamente le velocità de' cadenti per la perpendicolare e per l'inclinata siano eguali. E pur questa è proposizione verissima; sì come vera è questa ancora che dice che il cadente si muove più velocemente per la perpendicolare che per la inclinata.

Sagr. Queste al mio orecchio suonano proposizioni contradditorie; ed al vostro, signor Simplicio?

Simpl. Ed a me par l'istesso.

Sal. Credo che voi mi burliate, fingendo di non capire quel che voi intendete meglio di me. Però ditemi, signor Simplicio: quando voi v'immaginate un mobile esser più veloce d'un altro, che concetto vi figurate voi nella mente?

Simpl. Figuromi, l'uno passar nell'istesso tempo maggiore spazio dell'altro, o vero passare spazio eguale, ma in minor tempo.

Sal. Benissimo: e per mobili egualmente veloci, che concetto vi figurate?

Simpl. Figuromi che passino spazi eguali in tempi eguali[30].

Sal. E non altro concetto che questo?

Simpl. Questo mi par che sia la propria definizione de' moti eguali.

Sagr. Aggiunghiamoci pure quest'altra di più: cioè chiamarsi ancora le velocità esser eguali, quando gli spazi passati hanno la medesima proporzione che i tempi ne' quali son passati, e sarà definizione più universale.

[30] Cfr. la lettera al Sarpi (vol. I, pp. 862 segg.) sulla legge del moto uniforme.

Sal. Così è, perché comprende gli spazi eguali passati in tempi eguali, e gl'ineguali ancora, passati in tempi ineguali, ma proporzionali a essi spazi. Ripigliate ora la medesima figura, ed applicandovi il concetto che vi figurate del moto più veloce, ditemi perché vi pare che la velocità del cadente per *C B* sia maggiore della velocità dello scendente per la *C A*.

Simpl. Parmi, perché nel tempo che 'l cadente passerà tutta la *C B*, lo scendente passerà nella *C A* una parte minor della *C B*.

Sal. Così sta; e così si verifica; il mobile muoversi più velocemente per la perpendicolare che per l'inclinata. Considerate ora se in questa medesima figura si potesse in qualche modo verificare l'altro concetto, e trovare che i mobili fussero egualmente veloci in amendue le linee *C A*, *C B*.

Simpl. Io non ci so veder cosa tale, anzi pur mi par contradizione al già detto.

Sal. E voi che dite, signor Sagredo? Io non vorrei già insegnarvi quel che voi medesimi sapete, e quello di che pur ora mi avete arrecato la definizione.

Sagr. La definizione che io ho addotta è stata, che i mobili si possan chiamare egualmente veloci quando gli spazi passati da loro hanno la medesima proporzione che i tempi ne' quali gli passano: però a voler che la definizione avesse luogo nel presente caso, bisognerebbe che il tempo della scesa per *C A* al tempo della caduta per *C B* avesse la medesima proporzione che la stessa linea *C A* alla *C B*; ma ciò non so io intender che possa essere, tuttavolta che il moto per la *C B* sia più veloce che per la *C A*.

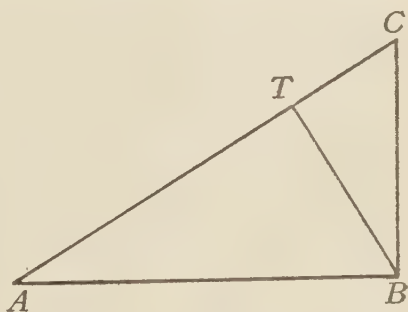
Sal. E pur è forza che voi l'intendiate. Ditemi un poco: questi moti non si vann'eglino continuamente accelerando?

Sagr. Vannosi accelerando, ma più nella perpendicolare che nell'inclinata.

Sal. Ma questa accelerazione nella perpendicolare è ella però tale, in comparazione di quella dell'inclinata, che prese due parti eguali in qualsivoglia luogo di esse linee, perpen-

dicolare e inclinata, il moto nella parte della perpendicolare sia sempre più veloce che nella parte dell'inclinata [31]?

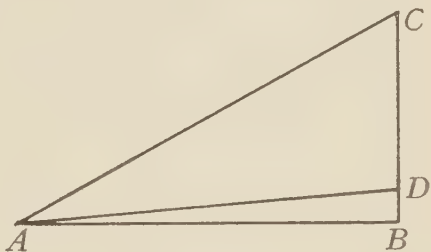
Sagr. Signor no, anzi potrò io pigliare uno spazio nell'inclinata, nel quale la velocità sia maggiore assai che in altrettanto spazio preso nella perpendicolare; e questo sarà, se lo spazio nella perpendicolare sarà preso vicino al termine *C*, e nell'inclinata molto lontano.

Sal. Vedete dunque che la proposizione che dice « Il moto per la perpendicolare è più veloce che per l'inclinata » non si verifica universalmente se non de i moti che cominciano dal primo termine, cioè dalla quiete; senza la qual condizione la proposizione sarebbe tanto difettosa, che anco la sua contradittoria potrebbe esser vera, cioè che il moto nell'inclinata è più veloce che nella perpendicolare, perché è vero che nell'inclinata possiamo pigliare uno spazio passato dal mobile in manco tempo che altrettanto spazio passato nella perpendicolare. Ora, perché il moto nell'inclinata è in alcuni luoghi più veloce ed in altri meno che nella perpendicolare, adunque in alcuni luoghi dell'inclinata il tempo del moto del mobile al tempo del moto del mobile per alcuni luoghi della perpendicolare avrà maggior proporzione che lo spazio passato allo spazio passato, ed in altri luoghi la proporzione del tempo al tempo sarà minore di quella dello spazio allo spazio. Come, per esempio, partendosi due mobili dalla quiete, cioè dal punto *C*, uno per la perpendicolare *C B* e l'altro per l'inclinata *C A*, nel tempo che nella perpendicolare il mobile avrà passata tutta la *C B*, l'altro avrà passata la *C T*, minore; e però il tempo per *C T* al tempo per *C B* (che gli è eguale) arà maggior proporzione che la linea *T C* alla *C B*, essendo che la medesima alla minore ha maggior proporzione che alla maggiore: e per l'opposito, quando nella

[31] Cfr. *Le Mecaniche*, vol. I, p. 182.

C A, prolungata quanto bisognasse, si prendesse una parte eguale alla *C B*, ma passata in tempo più breve, il tempo nell'inclinata al tempo nella perpendicolare arebbe proporzione minore che lo spazio allo spazio. Se dunque nell'inclinata e nella perpendicolare possiamo intendere spazi e velocità tali che le proporzioni tra essi spazi siano e minori e maggiori delle proporzioni de' tempi, possiamo ben ragionevolmente concedere che vi sieno anco spazi per i quali i tempi de i movimenti ritengano la medesima proporzione che gli spazi.

Sagr. Già mi sent'io levato lo scrupolo maggiore, e comprendo esser non solo possibile, ma dirò necessario, quello che mi pareva un contradittorio: ma non però intendo per ancora che uno di questi casi possibili o necessari sia questo del quale abbiamo bisogno di presente, sì che vero sia che il tempo della scesa per *C A* al tempo della caduta per *C B* abbia la medesima proporzione che la linea *C A* alla *C B*, onde e' si possa senza contradizione dire che le velocità per la inclinata *C A* e per la perpendicolare *C B* sieno eguali.

Sal. Contentatevi per ora ch'io v'abbia rimossa l'incredulità; ma la scienza aspettatela un'altra volta, cioè quando vedrete le cose dimostrate dal nostro Accademico intorno a i moti locali: dove troverete dimostrato, che nel tempo che 'l mobile cade per tutta la *C B*, l'altro scende per la *C A* sino al punto *T*, nel quale cade la perpendicolare tiratavi dal punto *B*; e per trovare dove il medesimo cadente per la perpendicolare si troverebbe quando l'altro arriva al punto *A*, tirate da esso *A* la perpendicolare sopra la *C A*, prolungando essa e la *C B* sino al concorso, e quello sarà il punto cercato. Intanto vedete come è vero che il moto per la *C B* è più veloce che per l'inclinata *C A* (ponendo il termine *C* per principio de' moti de' quali facciamo comparazione); perché la linea *C B* è maggiore della *C T*, e l'altra da *C* sino al concorso della perpendicolare tirata da *A* sopra la *C A* è maggiore della *C A*, e però il moto per essa è più veloce che per la *C A*. Ma quando noi paragoniamo il moto fatto per tutta la *C A*, non con tutto 'l moto fatto nel medesimo tempo per la perpendicolare prolungata, ma col fatto

in parte del tempo per la sola parte *C B*, non repugna che il mobile per *C A*, continuando di scendere oltre al *T*, possa in tal tempo arrivare in *A*, che qual proporzione si trova tra le linee *C A*, *C B*, tale sia tra essi tempi. Ora, ripigliando il nostro primo proposito, che era di mostrare come il mobile grave, partendosi dalla quiete, passa, scendendo, per tutti i gradi di tardità precedenti a qualsivoglia grado di velocità che egli acquisti, ripigliando la medesima figura, ricordiamoci che eramo convenuti che il cadente per la perpendicolare *C B* ed il descendente per l'inclinata *C A*, ne i termini *B*, *A* si trovassero avere acquistati eguali gradi di velocità. Ora, seguitando più avanti, non credo che voi abbiate difficultà veruna in concedere che sopra un altro piano meno elevato di *A C*, qual sarebbe, verbigrazia, *D A*, il moto del descendente sarebbe ancora più tardo che nel piano *C A*: talché non è da dubitar punto che si possano notar piani tanto poco elevati sopra l'orizonte *A B*, che 'l mobile, cioè la medesima palla, in qualsivoglia lunghissimo tempo si condurrebbe al termine *A*, già che per condurvisi per il piano *B A* non basta tempo infinito, ed il moto si fa sempre più lento quanto la declività è minore [32]. Bisogna dunque necessariamente confessare, potersi sopra il termine *B* pigliare un punto tanto ad esso *B* vicino, che tirando da esso al punto *A* un piano, la palla non lo passasse né anco in un anno. Bisogna ora che voi sappiate, che l'impeto, cioè il grado di velocità, che la palla si trova avere acquistato quando arriva al punto *A* è tale, che quando ella continuasse di muoversi con questo medesimo grado uniformemente, cioè senza accelerarsi o ritardarsi, in altrettanto tempo in quanto è venuta per il piano inclinato passerebbe uno spazio lungo il doppio del piano inclinato; cioè (per esempio) se la palla avesse passato il piano *D A* in un'ora, continuando di muoversi

[32] Cfr. *Le Mecaniche*, vol. I, p. 173.

uniformemente con quel grado di velocità che ella si trova avere nel giugnere al termine *A*, passerebbe in un'ora uno spazio doppio della lunghezza *D A*: e perché (come dicevamo) i gradi di velocità acquistati ne i punti *B*, *A* da i mobili che si partono da qualsivoglia punto preso nella perpendicolare *C B*, e che scendono l'uno per il piano inclinato e l'altro per essa perpendicolare, son sempre eguali, adunque il cadente per la perpendicolare può partirsi da un termine tanto vicino al *B*, che 'l grado di velocità acquistato in *B* non fusse bastante (conservandosi sempre l'istesso) a condurre il mobile per uno spazio doppio della lunghezza del piano inclinato in un anno né in dieci né in cento. Possiamo dunque concludere che se è vero che, secondo il corso ordinario di natura, un mobile, rimossi tutti gl'impedimenti esterni ed accidentarii [33], si muova sopra piani inclinati con maggiore e maggior tardità secondo che l'inclinazione sarà minore, sì che finalmente la tardità si conduca a essere infinita, che è quando si finisce l'inclinazione e s'arriva al piano orizontale; e se è vero parimente che al grado di velocità acquistato in qualche punto del piano inclinato sia eguale quel grado di velocità che si trova avere il cadente per la perpendicolare nel punto segato da una parallela all'orizonte che passa per quel punto del piano inclinato; bisogna di necessità confessare che il cadente, partendosi dalla quiete, passa per tutti gl'infiniti gradi di tardità, e che, in conseguenza, per acquistar un determinato grado di velocità bisogna ch'e' si muova prima per linea retta, descendendo per breve o lungo spazio, secondo che la velocità da acquistarsi dovrà essere minore o maggiore, e secondo che 'l piano sul quale si scende sarà poco o molto inclinato: talché può darsi un piano con sì poca inclinazione, che, per acquistarvi quel tal grado di velocità, bisognasse prima muoversi per lunghissimo spazio ed in lunghissimo tempo; sì che nel piano orizontale qual si sia velocità non s'acquisterà naturalmente mai, avvenga che il mobile già mai non vi si muoverà. Ma

[33] Cfr. *Le Mecaniche*, vol. I, p. 173.

il moto per la linea orizontale, che non è declive né elevata, è moto circolare intorno al centro: adunque il moto circolare non s'acquisterà mai naturalmente senza il moto retto precedente, ma bene, acquistato che e' si sia, si continuerà egli perpetuamente con velocità uniforme. Io potrei dichiararvi, ed anco dimostrarvi, con altri discorsi queste medesime verità; ma non voglio interromper con sì gran digressioni il principal nostro ragionamento, e più tosto ci ritornerò con altra occasione, e massime che ora si è venuto in questo proposito non per servirsene per una dimostrazion necessaria, ma per adornare un concetto platonico: al quale voglio aggiugnere un'altra particolare osservazione, pur del nostro Accademico, che ha del mirabile. Figuriamoci, tra i decreti del divino Architetto essere stato pensiero di crear nel mondo questi globi, che noi veggiamo continuamente muoversi in giro, ed avere stabilito il centro delle lor conversioni ed in esso collocato il Sole immobile, ed aver poi fabbricati tutti i detti globi nel medesimo luogo, e di lì datali inclinazione di muoversi, discendendo verso il centro, sin che acquistassero quei gradi di velocità che pareva alla medesima Mente divina, li quali acquistati, fussero volti in giro, ciascheduno nel suo cerchio, mantenendo la già concepita velocità: si cerca in quale altezza e lontananza dal Sole era il luogo dove primamente furono essi globi creati, e se può esser che la creazion di tutti fusse stata nell'istesso luogo. Per far questa investigazione bisogna pigliare da i più periti astronomi le grandezze de i cerchi ne i quali i pianeti si rivolgono, e parimente i tempi delle loro revoluzioni: dalle quali due cognizioni si raccoglie quanto, verbigrazia, il moto di Giove è più veloce del moto di Saturno; e trovato (come in effetto è) che Giove si muove più velocemente, conviene che, sendosi partiti dalla medesima altezza, Giove sia sceso più che Saturno, sì come pure sappiamo essere veramente, essendo l'orbe suo inferiore a quel di Saturno. Ma venendo più avanti, dalla proporzione che hanno le due velocità di Giove e di Saturno, e dalla distanza che è tra gli orbi loro e dalla proporzione dell'accelerazion del moto naturale, si può ritrovare in quanta altezza e lontananza dal centro delle lor

revoluzioni fusse il luogo donde e' si partirono. Ritrovato e stabilito questo, si cerca se Marte scendendo di là sino al suo orbe [...] si trova che la grandezza dell'orbe e la velocità del moto convengono con quello che dal calcolo ci vien dato; ed il simile si fa della Terra, di Venere e di Mercurio, de i quali le grandezze de i cerchi e le velocità de i moti s'accostano tanto prossimamente a quel che ne danno i computi, che è cosa maravigliosa.

Sagr. Ho con estremo gusto sentito questo pensiero e se non ch'io credo che il far quei calcoli precisamente sarebbe impresa lunga e laboriosa, e forse troppo difficile da esser compresa da me, io ve ne vorrei fare instanza.

Sal. L'operazione è veramente lunga e difficile, ed anco non m'assicurerei di ritrovarla così prontamente; però la riserberemo ad un'altra volta.

**Simpl.* Di grazia, sia conceduto alla mia poca pratica nelle scienze matematiche dir liberamente come i vostri discorsi, fondati sopra proporzioni maggiori o minori e sopra altri termini da me non intesi quanto bisognerebbe, non mi hanno rimosso il dubbio, o, per meglio dire, l'incredulità, dell'esser necessario che quella gravissima palla di piombo di 100 libre di peso, lasciata cadere da alto, partendosi dalla quiete passi per ogni altissimo grado di tardità, mentre si vede in quattro battute di polso aver passato più di 100 braccia di spazio: effetto che mi rende totalmente incredibile, quella in alcuno momento essersi trovata in stato tale di tardità, che continuandosi di muover con quella, non avesse né anco in mille anni passato lo spazio di mezo dito. E pure se questo è, vorrei esserne fatto capace.

Sagr. Il signor Salviati, come di profonda dottrina, stima bene spesso che quei termini che a se medesimo sono notissimi e familiari, debbano parimente esser tali per gli altri ancora, e però tal volta gli esce di mente che parlando con noi altri convien aiutar la nostra incapacità con discorsi manco reconditi: e però io, che non mi elevo tanto, con sua licenza tenterò di rimuover almeno in parte il signor Simplicio dalla sua incredulità con mezo sensato. E stando pure sul caso della palla d'artiglieria, ditemi in grazia, signor

Simplicio: non concederete voi che nel far passaggio da uno stato a un altro sia naturalmente più facile e pronto il passare ad uno più propinquo che ad altro più remoto?

Simpl. Questo lo intendo e lo concedo: e non ho dubbio che, verbigrazia, un ferro infocato, nel raffreddarsi, prima passerà da i 10 gradi di caldo a i 9, che da i 10 a i 6.

Sagr. Benissimo. Ditemi appresso: quella palla d'artiglieria, cacciata in su a perpendicolo dalla violenza del fuoco, non si va ella continuamente ritardando nel suo moto, sin che finalmente si conduce al termine altissimo, che è quello della quiete? e nel diminuirsi la velocità, o volete dire nel crescersi la tardità, non è egli ragionevole che si faccia più presto trapasso da i 10 gradi a gli 11, che da i 10 a i 12? e da i 1000 a i 1001 che a' 1002? ed in somma da qualsivoglia grado ad un suo più vicino, che ad un più lontano?

Simpl. Così è ragionevole.

Sagr. Ma qual grado di tardità è così lontano da qualsisia moto, che più lontano non ne sia lo stato della quiete, ch'è di tardità infinita? per lo che non è da metter dubio che la detta palla, prima che si conduca al termine della quiete, trapassi per tutti i gradi di tardità maggiori e maggiori, e per conseguenza per quello ancora che in 1000 anni non trapasserebbe lo spazio di un dito. Ed essendo questo, sì come è, verissimo, non dovrà, signor Simplicio, parervi improbabile che, nel ritornare in giù, la medesima palla partendosi dalla quiete recuperi la velocità del moto col ripassare per quei medesimi gradi di tardità per i quali ella passò nell'andare in su, ma debba, lasciando gli altri gradi di tardità maggiori e più vicini allo stato di quiete, passar di salto ad uno più remoto.

Simpl. Io resto per questo discorso più capace assai che per quelle sottigliezze matematiche; e però potrà il signor Salviati ripigliare e continuare il suo ragionamento.*

Sal. Ritorneremo dunque al nostro primo proposito, ripigliando là di dove digredimmo, che, se ben mi ricorda, eramo sul determinare come il moto per linea retta non può esser di uso alcuno nelle parti del mondo bene ordinate; e seguitavamo di dire che non così avviene de i movimenti

circolari, de i quali quello che è fatto dal mobile in se stesso, già lo ritien sempre nel medesimo luogo, e quello che conduce il mobile per la circonferenza d'un cerchio intorno al suo centro stabile e fisso, non mette in disordine né sé né i circonvicini. Imperocché tal moto, primieramente, è finito e terminato, anzi non pur finito e terminato, ma non è punto alcuno nella circonferenza, che non sia primo ed ultimo termine della circolazione; e continuandosi nella circonferenza assegnatagli, lascia tutto il resto, dentro e fuori di quella, libero per i bisogni d'altri, senz'impedirgli o disordinargli già mai. Questo, essendo un movimento che fa che il mobile sempre si parte e sempre arriva al termine, può, primieramente, esso solo essere uniforme: imperocché l'accelerazione del moto si fa nel mobile quando e' va verso il termine dove egli ha inclinazione, ed il ritardamento accade per la repugnanza ch'egli ha di partirsi ed allontanarsi dal medesimo termine; e perché nel moto circolare il mobile sempre si parte da termine naturale, e sempre si muove verso il medesimo, adunque in lui la repugnanza e l'inclinazione son sempre di eguali forze; dalla quale egualità ne risulta una non ritardata né accelerata velocità, cioè l'uniformità del moto. Da questa uniformità e dall'esser terminato ne può seguire la continuazion perpetua, col reiterar sempre le circolazioni, la quale in una linea interminata ed in un moto continuamente ritardato o accelerato non si può naturalmente ritrovare: e dico *naturalmente*, perché il moto retto che si ritarda, è il violento, che non può esser perpetuo, e l'accelerato arriva necessariamente al termine, se vi è; e se non vi è, non vi può né anco esser moto, perché la natura non muove dove è impossibile ad arrivare. Concludo per tanto, il solo movimento circolare poter naturalmente convenire a i corpi naturali integranti l'universo e costituiti nell'ottima disposizione; ed il retto, al più che si possa dire, essere assegnato dalla natura a i suoi corpi e parti di essi, qualunque volta si ritrovassero fuori de' luoghi loro, costituite in prava disposizione, e però bisognose di ridursi per la più breve allo stato naturale. Di qui mi par che assai ragionevolmente si possa concludere, che per mantenimento

dell'ordine perfetto tra le parti del mondo bisogni dire che le mobili sieno mobili solo circolarmente, e se alcune ve ne sono che circolarmente non si muovano, queste di necessità sieno immobili, non essendo altro, salvo che la quiete e 'l moto circolare, atto alla conservazione dell'ordine. Ed io non poco mi maraviglio che Aristotile, il quale pure stimò che 'l globo terrestre fusse collocato nel centro del mondo e che quivi immobilmente si rimanesse, non dicesse che de' corpi naturali altri erano mobili per natura ed altri immobili, e massime avendo già definito, la natura esser principio di moto e di quiete.

Simpl. Aristotile, come quello che non si prometteva del suo ingegno, ancorché perspicacissimo, più di quello che si conviene, stimò, nel suo filosofare, che le sensate esperienze si dovessero anteporre a qualsivoglia discorso fabbricato da ingegno umano [34], e disse che quelli che avessero negato il senso, meritavano di esser gastigati col levargli quel tal senso: ora, chi è quello così cieco che non vegga, le parti della terra e dell'acqua muoversi, come gravi, naturalmente all'ingiù, cioè verso il centro dell'universo, assegnato dall'istessa natura per fine e termine del moto retro *deorsum*; e non vegga parimente, muoversi il fuoco e l'aria all'insù rettamente verso il concavo dell'orbe lunare, come a termine naturale del moto *sursum*? e vedendosi tanto manifestamente questo, ed essendo noi sicuri che « eadem est ratio totius et partium », come non si deve egli dire, esser proposizion vera e manifesta che il movimento naturale della terra è il retto *ad medium*, e del fuoco il retto *a medio*?

Sal. In virtù di questo vostro discorso, al più al più che voi poteste pretendere che vi fusse conceduto è che, sì come le parti della terra rimosse dal suo tutto, cioè dal luogo dove esse naturalmente dimorano, cioè, finalmente, ridotte in prava e disordinata disposizione, tornano al luogo loro spontaneamente, e però naturalmente, con movimento retto, così (conceduto che « eadem sit ratio totius et partium ») si

[34] Aristotele, *De generatione et corruptione animalium*, III, 10, 750 b, 27.

potrebbe inferire che rimosso per violenza il globo terrestre dal luogo assegnatogli dalla natura, egli vi ritornerebbe per linea retta. Questo, come ho detto, è quanto al più vi si potesse concedere, fattavi ancora ogni sorte d'agevolezza: ma chi volesse riveder con rigore queste partite, prima vi negherebbe che le parti della terra nel ritornare al suo tutto si movessero per linea retta, e non per circolare o altra mista; e voi sicuramente avereste che fare assai a dimostrare il contrario, come apertamente intenderete nelle risposte alle ragioni ed esperienze particolari addotte da Tolomeo e da Aristotile. Secondariamente, se altri vi dicesse che le parti della terra si muovono non per andar al centro del mondo, ma per andare a riunirsi col suo tutto, e che per ciò hanno naturale inclinazione verso il centro del globo terrestre, per la quale inclinazione conspirano a formarlo e conservarlo, qual altro tutto e qual altro centro trovereste voi al mondo, al quale l'intero globo terreno, essendone rimosso, cercasse di ritornare, onde la ragion del tutto fusse simile a quella delle parti? Aggiugnete che né Aristotile né voi proverete già mai che la Terra *de facto* sia nel centro dell'universo [35]; ma, se si può assegnare centro alcuno all'universo, troveremo in quello esser più presto collocato il Sole, come nel progresso intenderete.

Ora, sì come dal cospirare concordemente tutte le parti della terra a formare il suo tutto ne segue che esse da tutte le parti con eguale inclinazione vi concorrano, e, per unirsi al più che sia possibile insieme, sfericamente vi si adattano; perché non doviamo noi credere che la Luna, il Sole e gli

[35] « Il problema o questione del centro dell'universo, e se in esso sia collocata la terra, è delle meno considerabili in astronomia, avvenga che a gli astronomi principali basta il supporre che il globo terrestre sia come di insensibil grandezza in comparazione dell'orbe stellato, e, quanto al sito, che egli sia o nel centro della rivoluzion diurna di tale orbe, o vero da quello remoto per distanza non curabile... Parimenti il voler assegnare centro a quello spazio che non si sa né si può sapere quale sia la sua figura, né pure se egli di qualche figura sia figurato, è impresa, al mio parere, supervacanea e vana; onde il creder che la terra possa esser costituita in un centro il quale non si sa se sia al mondo, è impresa, come ho detto, frustatoria » (Lettera a F. Liceti del gennaio 1641).

altri corpi mondani siano essi ancora di figura rotonda non per altro che per un concorde instinto e concorso naturale di tutte le loro parti componenti? delle quali se tal ora alcuna per qualche violenza fusse dal suo tutto separata, non è egli ragionevole il credere che spontaneamente e per naturale instinto ella vi ritornerebbe? ed in questo modo concludere che 'l moto retto compete egualmente a tutti i corpi mondani?

Simpl. E' non è dubbio alcuno che come voi volete negare non solamente i principii nelle scienze, ma esperienze manifeste ed i sensi stessi, voi non potrete già mai esser convinto o rimosso da veruna oppinione concetta; e io più tosto mi quieterò perché « contra negantes principia non est disputandum », che persuaso in virtù delle vostre ragioni [36]. E stando su le cose da voi pur ora pronunziate (già che mettete in dubbio insino nel moto de i gravi se sia retto o no), come potete voi mai ragionevolmente negare che le parti della terra, cioè che le materie gravissime, descendano verso il centro con moto retto, se, lasciate da una altissima torre, le cui parete sono dirittissime e fabbricate a piombo, esse gli vengono, per così dire, lambendo, e percotendo, in terra in quel medesimo punto a capello dove verrebbe a terminare il piombo che pendesse da uno spago lègato in alto ivi per l'appunto onde si lasciò cadere il sasso [37]? non è questo argomento più che evidente, cotal moto esser retto e verso il centro? Nel secondo luogo, voi revocate in dubbio se le parti della terra si muovano per andar, come afferma Aristotile, al centro del mondo, quasi che egli non l'abbia concludentemente dimostrato per i movimenti contrari, mentre in cotal guisa argomenta: il movimento de i gravi è contrario a quello de i leggieri; ma il moto de i leggieri si vede esser dirittamente all'insù, cioè verso la circonferenza del mondo; adunque il moto de i gravi è rettamente verso il

[36] « Non è possibile discuter con coloro che negano i principi ».

[37] Sulla notizia fornita dal Viviani, nel suo *Racconto istorico,* che Galilei abbia esperimentato la velocità di un corpo in caduta libera, dall'alto della torre di Pisa, cfr. p. 656.

centro del mondo, ed accade *per accidens* che e' sia verso il centro della Terra, poiché questo si abbatte ad essere unito con quello [38]. Il cercar poi quello che facesse una parte del globo lunare o del Sole, quando fusse separata dal suo tutto, è vanità, perché si cerca quello che seguirebbe in conseguenza d'un impossibile, atteso che, come pur dimostra Aristotile, i corpi celesti sono impassibili, impenetrabili, infrangibili, sì che non si può dare il caso; e quando pure e' si desse, e che la parte separata ritornasse al suo tutto, ella non vi tornerebbe come grave o leggiera, ché pur il medesimo Aristotile prova che i corpi celesti non sono né gravi né leggieri.

Sal. Quanto ragionevolmente io dubiti, se i gravi si muovano per linea retta e perpendicolare, lo sentirete, come pur ora ho detto, quando esaminerò questo argomento particolare. Circa il secondo punto, io mi meraviglio che voi abbiate bisogno che 'l paralogismo d'Aristotile vi sia scoperto, essendo per se stesso tanto manifesto, e che voi non vi accorgiate che Aristotile suppone quello che è in quistione. Però notate...

Simpl. Di grazia, signor Salviati, parlate con più rispetto d'Aristotile. Ed a chi potrete voi persuader già mai che quello che è stato il primo, unico ed ammirabile esplicator della forma silogistica, della dimostrazione, de gli elenchi, de i modi di conoscere i sofismi, i paralogismi, ed in somma di tutta la logica, equivocasse poi sì gravemente in suppor per noto quello che è in quistione? Signori, bisogna prima intenderlo perfettamente, e poi provarsi a volerlo impugnare.

Sal. Signor Simplicio, noi siamo qui tra noi discorrendo familiarmente per investigar qualche verità; io non arò mai per male che voi mi palesiate i miei errori, e quando io non avrò conseguita la mente d'Aristotile, riprendetemi pur liberamente, che io ve ne arò buon grado. Concedetemi in tanto che io esponga le mie difficultà, e ch'io risponda ancora alcuna cosa a le vostre ultime parole, dicendovi che la logica,

[38] Aristotele, *De coelo,* II, 14.

come benissimo sapete, è l'organo col quale si filosofa; ma, sì come può esser che un artefice sia eccellente in fabbricare organi, ma indotto nel sapergli sonare, così può esser un gran logico, ma poco esperto nel sapersi servir della logica sì come ci son molti che sanno per lo senno a mente tutta la poetica, e son poi infelici nel compor quattro versi solamente; altri posseggono tutti i precetti del Vinci, e non saprebber poi dipignere uno sgabello[39]. Il sonar l'organo non s'impara da quelli che sanno far organi, ma da chi gli sa sonare; la poesia s'impara dalla continua lettura de' poeti; il dipignere s'apprende col continuo disegnare e dipignere; il dimostrare, dalla lettura dei libri pieni di dimostrazioni, che sono i matematici soli, e non i logici. Ora, tornando al proposito, dico che quello che vede Aristotile del moto de i corpi leggieri, è il partirsi il fuoco da qualunque luogo della superficie del globo terrestre e dirittamente discostarsene, salendo in alto; e questo è veramente muoversi verso una circonferenza maggiore di quella della Terra, anzi il medesimo Aristotile lo fa muovere al concavo della Luna: ma che tal circonferenza sia poi quella del mondo, o concentrica a quella, sì che il muoversi verso questa sia un muoversi anco verso quella del mondo, ciò non si può affermare se prima non si suppone che 'l centro della Terra, dal quale noi vediamo discostarsi i leggieri ascendenti, sia il medesimo che 'l centro del mondo, che è quanto dire che 'l globo terrestre sia costituito nel centro del mondo; che è poi quello di che noi dubitiamo e che Aristotile intende di provare[40]. E questo direte che non sia un manifesto paralogismo?

Sagr. Questo argomento d'Aristotile mi era parso, anco per un altro rispetto, manchevole e non concludente, quando bene se gli concedesse che quella circonferenza alla quale si muove rettamente il fuoco, fusse quella che racchiude il mondo. Imperocché, preso dentro a un cerchio non solamente il centro, ma qualsivoglia altro punto, ogni mobile

[39] Sono i dipinti di Leonardo da Vinci, raccolti nel *Trattato della pittura.*
[40] Cfr. la lettera a Gallanzone Gallanzoni, vol. I, pp. 891 segg.

che partendosi da quello camminerà per linea retta, e verso qualsivoglia parte, senz'alcun dubbio andrà verso la circonferenza, e continuando il moto vi arriverà ancora, sì che verissimo sarà il dire che egli verso la circonferenza si muova; ma non sarà già vero che quello che per le medesime linee si movesse con movimento contrario, vadia verso il centro, se non quanto il punto preso fusse l'istesso centro, o che 'l moto fusse fatto per quella sola linea che, prodotta dal punto assegnato, passa per lo centro. Talché il dire: « Il fuoco, movendosi rettamente, va verso la circonferenza del mondo; adunque le parti della terra, le quali per le medesime linee si muovono di moto contrario, vanno verso 'l centro del mondo », non conclude altrimenti, se non supposto prima che le linee del fuoco, prolungate, passino per il centro del mondo: e perché di esse noi sappiamo certo che le passano per il centro del globo terrestre (essendo a perpendicolo sopra la sua superficie, e non inclinate), adunque, per concludere, bisogna supporre che il centro della Terra sia l'istesso che il centro del mondo, o almeno che le parti del fuoco e della terra non ascendano e descendano se non per una linea sola che passi per il centro del mondo; il che è poi falso e repugna all'esperienza, la qual ci mostra che le parti del fuoco non per una linea sola, ma per le infinite prodotte dal centro della Terra verso tutte le parti del mondo, ascendono sempre per linee perpendicolari alla superficie del globo terrestre.

Sal. Voi, signor Sagredo, molto ingegnosamente conducete Aristotile al medesimo inconveniente, mostrando l'equivoco manifesto; ma aggiugnete un'altra sconvenevolezza. Noi veggiamo la Terra essere sferica, e però siamo sicuri che ella ha il suo centro; a quello veggiamo che si muovono tutte le sue parti, ché così è necessario dire mentre i movimenti loro son tutti perpendicolari alla superficie terrestre; intendiamo come, movendosi al centro della Terra, si muovono al suo tutto ed alla sua madre universale; e siamo poi tanto buoni, che ci vogliam lasciar persuadere che l'instinto loro naturale non è di andar verso il centro della Terra, ma verso quel dell'universo, il quale non sappiamo

dove sia, né se sia, e che quando pur sia, non è altro ch'un punto imaginario ed un niente senza veruna facultà. All'ultimo detto poi del signor Simplicio, che il contendere se le parti del Sole o della Luna o di altro corpo celeste, separate dal suo tutto, ritornassero naturalmente a quello, sia una vanità, per essere il caso impossibile, essendo manifesto, per dimostrazioni di Aristotile, che i corpi celesti sono impassibili, impenetrabili, impartibili, etc., rispondo, niuna delle condizioni per le quali Aristotile fa differire i corpi celesti da gli elementari avere altra sussistenza che quella ch'ei deduce dalla diversità de i moti naturali di quelli e di questi; in modo che, negato che il moto circolare sia solo de i corpi celesti, ed affermato ch'ei convenga a tutti i corpi naturali mobili, bisogna per necessaria conseguenza dire che gli attributi di generabile o ingenerabile, alterabile o inalterabile, partibile o impartibile, etc., egualmente e comunemente convengano a tutti i corpi mondani, cioè tanto a i celesti quanto a gli elementari, o che malamente e con errore abbia Aristotile dedotti dal moto circolare quelli che ha assegnati a i corpi celesti.

Simpl. Questo modo di filosofare tende alla sovversion di tutta la filosofia naturale, ed al disordinare e mettere in conquasso il cielo e la Terra e tutto l'universo. Ma io credo che i fondamenti de i Peripatetici sien tali, che non ci sia da temere che con la rovina loro si possano construire nuove scienze.

Sal. Non vi pigliate già pensiero del cielo né della Terra, né temiate la lor sovversione, come né anco della filosofia; perché, quanto al cielo, in vano è che voi temiate di quello che voi medesimo reputate inalterabile e impassibile; quanto alla Terra, noi cerchiamo di nobilitarla e perfezionarla, mentre proccuriamo di farla simile a i corpi celesti e in certo modo metterla quasi in cielo, di dove i vostri filosofi l'hanno bandita. La filosofia medesima non può se non ricever benefizio dalle nostre dispute, perché se i nostri pensieri saranno veri, nuovi acquisti si saranno fatti, se falsi, col ributtargli, maggiormente verranno confermate le prime dottrine. Pigliatevi più tosto pensiero di alcuni filosofi, e vedete di aiutargli

e sostenergli, ché quanto alla scienza stessa, ella non può se non avanzarsi. E ritornando al nostro proposito, producete liberamente quello che vi sovviene per mantenimento della somma differenza che Aristotile pone tra i corpi celesti e la parte elementare, nel far quelli ingenerabili, incorruttibili, inalterabili, etc., e questa corruttibile, alterabile, etc.

Simpl. Io non veggo per ancora che Aristotile sia bisognoso di soccorso, restando egli in piede, saldo e forte, anzi non essendo per ancora pure stato assalito, non che abbattuto, da voi. E qual sarà il vostro schermo in questo primo assalto? Scrive Aristotile[41]: Quello che si genera, si fa da un contrario in qualche subietto, e parimente si corrompe in qualche subietto da un contrario in un contrario, sì che (notate bene) la corruzione e generazione non è se non ne i contrari; ma de i contrari i movimenti son contrari; se dunque al corpo celeste non si può assegnar contrario, imperocché al moto circolare niun altro movimento è contrario, adunque benissimo ha fatto la natura a fare esente da i contrari quello che doveva essere ingenerabile ed incorruttibile. Stabilito questo primo fondamento, speditamente si cava in conseguenza ch'ei sia inaugumentabile, inalterabile, impassibile, e finalmente eterno ed abitazione proporzionata a gli Dei immortali, conforme alla opinione ancora di tutti gli uomini che de gli Dei hanno concetto. Conferma poi l'istesso ancor per il senso; avvenga che in tutto il tempo passato, secondo le tradizioni e memorie, nissuna cosa si vede essersi trasmutata, né secondo tutto l'ultimo cielo né secondo alcuna sua propria parte. Che poi al moto circolare niuno altro sia contrario, lo prova Aristotile in molte maniere; ma senza replicarle tutte, assai apertamente resta dimostrato, mentre che i moti semplici non sono altri che tre, al mezo, dal mezo e intorno al mezo, de i quali i dua retti *sursum et deorsum* sono manifestamente contrari, e perché un solo ha un solo per contrario, adunque non resta altro movimento che possa esser contrario al circolare. Ec-

[41] ARISTOTELE, *De coelo*, II, 7.

covi il discorso di Aristotile argutissimo e concludentissimo, per il quale si prova l'incorruttibilità del cielo.

Sal. Questo non è niente di più che il puro progresso d'Aristotile, già da me accennato, nel quale, tuttavolta che io vi neghi che il moto, che voi attribuite a i corpi celesti, non convenga ancora alla Terra, la sua illazione resta nulla. Dicovi per tanto che quel moto circolare, che voi assegnate a i corpi celesti, conviene ancora alla Terra: dal che, posto che il resto del vostro discorso sia concludente, seguirà una di queste tre cose, come poco fa si è detto ed or vi replico, cioè, o che la Terra sia essa ancora ingenerabile e incorruttibile, come i corpi celesti, o che i corpi celesti sieno, come gli elementari, generabili, alterabili, etc., o che questa differenza di moti non abbia che far con la generazione e corruzione. Il discorso di Aristotile e vostro contiene molte proposizioni da non esser di leggiero ammesse, e per poterlo meglio esaminare, sarà bene ridurlo più al netto ed al distinto, che sia possibile: e scusimi il signor Sagredo se forse con qualche tedio sente replicar più volte le medesime cose, e faccia conto di sentir ripigliar gli argomenti ne i publici circoli de i disputanti. Voi dite: « La generazione e corruzione non si fa se non dove sono i contrari; i contrari non sono se non tra i corpi semplici naturali, mobili di movimenti contrari; movimenti contrari sono solamente quelli che si fanno per linee rette tra termini contrari, e questi sono solamente dua, cioè dal mezo ed al mezo, e tali movimenti non sono di altri corpi naturali che della terra, del fuoco e degli altri due elementi; adunque la generazione e corruzione non è se non tra gli elementi. E perché il terzo movimento semplice, cioè il circolare intorno al mezo, non ha contrario (perché contrari sono gli altri dua, e un solo ha un solo per contrario), però quel corpo naturale al quale tal moto compete, manca di contrario; e non avendo contrario, resta ingenerabile e incorruttibile etc., perché dove non è contrarietà, non è generazione né corruzione etc.: ma tal moto compete solamente a i corpi celesti: adunque soli questi sono ingenerabili, incorruttibili etc. » E prima, a me si rappresenta assai più agevol cosa il potersi assicurare se

la Terra, corpo vastissimo e per vicinità a noi trattabilissimo, si muova di un movimento massimo, qual sarebbe per ora il rivolgersi in se stessa in ventiquattro ore, che non è l'intendere ed assicurarsi se la generazione e corruzione si facciano da i contrari, anzi pure se la corruzione e la generazione ed i contrari sieno in natura: e se voi, signor Simplicio, mi sapeste assegnare qual sia il modo di operare della natura nel generare in brevissimo tempo centomila moscioni da un poco di fumo di mosto, mostrandomi quali sieno quivi i contrari, qual cosa si corrompa, e come io vi reputerei ancora più di quello ch'io fo, perché io nessuna di queste cose comprendo. In oltre arei molto caro d'intendere come e perché questi contrari corruttivi sieno così benigni verso le cornacchie e così fieri verso i colombi, così tolleranti verso i cervi ed impazienti contro a i cavalli, che a quelli concedano più anni di vita, cioè d'incorruttibilità, che settimane a questi. I peschi, gli ulivi, hanno pur radice ne i medesimi terreni, sono esposti a i medesimi freddi, a i medesimi caldi, alle medesime pioggie e venti, ed in somma alle medesime contrarietà; e pur quelli vengono destrutti in breve tempo, e questi vivono molte centinaia d'anni. Di più, io non son mai restato ben capace di questa trasmutazione sustanziale (restando sempre dentro a i puri termini naturali), per la quale una materia venga talmente trasformata [42], che si deva per necessità dire, quella essersi del tutto destrutta, sì che nulla del suo primo essere vi rimanga e ch'un altro corpo, diversissimo da quella, se ne sia prodotto; ed il rappresentarmisi un corpo sotto un aspetto e di lì a poco sotto un altro differente assai, non ho per impossibile che possa seguire per una semplice trasposizione di parti, senza corrompere o generar nulla di nuovo, perché di simili metamorfosi ne vediamo noi tutto il giorno. Sì che torno a replicarvi che come voi mi vorrete persuader che la Terra non si possa muover circolarmente per via di corruttibilità e generabilità,

[42] Viene qui precorsa la famosa enunciazione del Lavoisier sulla conservazione della materia.

averete che fare assai più di me, che con argomenti ben più difficili, ma non men concludenti, vi proverò il contrario.

Sagr. Signor Salviati, perdonatemi se io interrompo il vostro ragionamento, il quale, sì come mi diletta assai, perché io ancora mi trovo involto nelle medesime difficultà, così dubito che sia impossibile il poterne venire a capo senza deporre in tutto e per tutto la nostra principal materia; però, quando si potesse tirare avanti il primo discorso, giudicherei che fusse bene rimettere ad un altro separato ed intero ragionamento questa quistione della generazione e corruzione, sì come anco, quando ciò piaccia a voi ed al signor Simplicio, si potrà fare di altre quistioni particolari, che il corso de' ragionamenti ci porgesse avanti, delle quali io terrò memoria a parte, per proporle un altro giorno e minutamente esaminarle. Or, quanto alla presente, già che voi dite che, negato ad Aristotile che il moto circolare non sia della Terra, come degli altri corpi celesti, ne seguirà che quello che accade della Terra, circa l'esser generabile, alterabile, etc., sia ancora del cielo, lasciamo star se la generazione e corruzione sieno o non sieno in natura, e torniamo a veder d'investigare quel che faccia il globo terrestre.

Simpl. Io non posso accomodar l'orecchie a sentir mettere in dubbio se la generazione e corruzione sieno in natura, essendo una cosa che noi continuamente aviamo innanzi a gli occhi, e della quale Aristotile ha scritto due libri interi [43]. Ma quando si abbiano a negare i principii nelle scienze e mettere in dubbio le cose manifestissime, chi non sa che si potrà provare quel che altri vuole e sostener qualsivoglia paradosso? E se voi non vedete tutto il giorno generarsi e corrompersi erbe, piante, animali, che altra cosa vedete voi? come non vedete perpetuamente giostrarsi in contro le contrarietà, e la terra mutarsi in acqua, l'acqua convertirsi in aria, l'aria in fuoco, e di nuovo l'aria condensarsi in nuvole, in pioggie, grandini e tempeste?

Sagr. Anzi veggiamo pur tutte queste cose, e però vogliamo concedervi il discorso d'Aristotile, quanto a questa

[43] Aristotele, *De generatione et corruptione.*

parte della generazione e corruzione fatta da i contrari; ma se io vi concluderò, in virtù delle medesime proposizioni concedute ad Aristotile, che i corpi celesti sieno essi ancora, non meno che gli elementari, generabili e corruttibili, che cosa direte voi?

Simpl. Dirò che voi abbiate fatto quello che è impossibile a farsi.

Sagr. Ditemi un poco, signor Simplicio: non sono queste affezioni contrarie tra di loro?

Simpl. Quali?

Sagr. Eccovele: alterabile, inalterabile, possibile, impassibile, generabile, ingenerabile, corruttibile, incorruttibile?

Simpl. Sono contrarissime.

Sagr. Come questo sia, e sia vero ancora che i corpi celesti sieno ingenerabili e incorruttibili, io vi provo che di necessità bisogna che i corpi celesti sien generabili e corruttibili.

Simpl. Questo non potrà esser altro che un soffisma.

Sagr. Sentite l'argomento, e poi nominatelo e solvetelo. I corpi celesti, perché sono ingenerabili ed incorruttibili, hanno in natura de i contrari, che sono i corpi generabili e corruttibili; ma dove è contrarietà, quivi è generazione e corruzione; adunque i corpi celesti son generabili e corruttibili.

Simpl. Non vi diss'io che non poteva esser altro ch'un soffisma? Questo è un di quelli argomenti cornuti, che si chiamano soriti: come quello del Candiotto, che diceva che tutti i Candiotti erano bugiardi, però, essendo egli Candiotto, veniva a dir la bugia, mentre diceva che i Candiotti erano bugiardi; bisogna adunque che i Candiotti fussero veridici, ed in conseguenza esso, come Candiotto, veniva ad esser veridico, e però, nel dir che i Candiotti erano bugiardi, diceva il vero, e comprendendo sé, come Candiotto, bisognava che e' fusse bugiardo. E così in questa sorte di soffismi si durerebbe in eterno a rigirarsi, senza concluder mai niente.

Sagr. Voi sin qui l'avete nominato: resta ora che lo sciogliate, mostrando la fallacia.

Simpl. Quanto al solverlo e mostrar la sua fallacia, non vedete voi, prima, la contradizion manifesta? i corpi celesti sono ingenerabili e incorruttibili; adunque i corpi celesti son generabili e corruttibili? E poi, la contrarietà non è tra i corpi celesti, ma è tra gli elementi, li quali hanno la contrarietà de i moti *sursum et deorsum* e della leggerezza e gravità; ma i cieli, che si muovono circolarmente, al qual moto niun altro è contrario, mancano di contrarietà, e però sono incorruttibili etc.

Sagr. Piano, signor Simplicio. Questa contrarietà, per la quale voi dite alcuni corpi semplici esser corruttibili, risied'ella nell'istesso corpo che si corrompe, o pure ha relazione ad un altro? dico se l'umidità, per esempio, per la quale si corrompe una parte di terra, risiede nell'istessa terra o pure in un altro corpo, qual sarebbe l'aria o l'acqua. Io credo pur che voi direte che, sì come i movimenti in su e in giù, e la gravità e la leggerezza, che voi fate i primi contrari, non posson esser nel medesimo suggetto, così né anco l'umido e 'l secco, il caldo e 'l freddo: bisogna dunque che voi diciate, che quando il corpo si corrompe, ciò avvenga per la qualità che si trova in un altro, contraria alla sua propria. Però, per far che 'l corpo celeste sia corruttibile, basta che in natura ci sieno corpi che abbiano contrarietà al corpo celeste; e tali sono gli elementi, se è vero che la corruttibilità sia contraria all'incorruttibilità.

Simpl. Non basta questo, Signor mio. Gli elementi si alterano e si corrompono perché si toccano e si mescolano tra di loro, e così possono esercitare le lor contrarietà; ma i corpi celesti sono separati da gli elementi, da i quali non son né anco tocchi, se ben essi toccano gli elementi. Bisogna, se voi volete provar la generazione e corruzione ne i corpi celesti, che voi mostriate che tra loro riseggano le contrarietà.

Sagr. Ecco ch'io ve le trovo tra di loro. Il primo fonte dal quale voi cavate le contrarietà de gli elementi, è la contrarietà de' moti loro in su e in giù; adunque è forza che contrari sieno parimente tra di loro quei principii da i quali dependono tali movimenti; e perché quello è mobile in su

per la leggerezza, e questo in giù per la gravità, è necessario che leggerezza e gravità sieno tra di loro contrarie; né meno si deve credere che sien contrari quegli altri principii che son cagioni che questo sia grave, e leggiero quello. Ma, per voi medesimi, la leggerezza e la gravità vengono in conseguenza della rarità e densità; adunque contrarie saranno la densità e la rarità: le quali condizioni tanto amplamente si ritrovano ne i corpi celesti, che voi stimate le stelle non esser altro che parti più dense del lor cielo; e quando ciò sia, bisogna che la densità delle stelle superi quasi d'infinito intervallo quella del resto del cielo; il che è manifesto dall'essere il cielo sommamente trasparente, e le stelle sommamente opache, e dal non si trovare lassù altre qualità che 'l più e 'l meno denso o raro, che della maggiore e minor trasparenza possano esser principii. Essendo dunque tali contrarietà tra i corpi celesti, è necessario che essi ancora sien generabili e corruttibili, in quel medesimo modo che son tali i corpi elementari, o vero che non la contrarietà sia causa della corruttibilità, etc.

Simpl. Non è necessario né l'un né l'altro: perché la densità e rarità ne i corpi celesti non son contrarie tra loro, come ne i corpi elementari; imperocché non dependono dalle prime qualità, caldo e freddo, che sono contrarie, ma dalla molta o poca materia in proporzione alla quantità; ora il molto e 'l poco dicono solamente una opposizione relativa, che è la minor che sia, e non ha che fare con la generazione e corruzione.

Sagr. Talché a voler che il denso e 'l raro, che tra gli elementi deve esser cagione di gravità e leggerezza, le quali possan esser cause di moti contrari *sursum et deorsum*, da i quali dependano poi le contrarietà per la generazione e corruzione, [...], non basta che sieno di quei densi e rari che sotto la medesima quantità, o vogliam dir mole, contengono molta o poca materia, ma è necessario che e' siano densi e rari mercé delle prime qualità, freddo e caldo; altramente, non si farebbe niente. Ma, se questo è, Aristotile ci ha ingannati, perché doveva dircelo da principio, e lasciare scritto che son generabili e corruttibili quei corpi semplici

che son mobili di movimenti semplici in su e in giù, dependenti da leggerezza e gravità, causate da rarità e densità, fatta da molta e poca materia, mercé del caldo e del freddo, e non si fermare sul semplice moto *sursum et deorsum*; perché io vi assicuro che quanto al fare i corpi gravi e leggieri, onde e' sien poi mobili di movimenti contrari, qualsivoglia densità e rarità basta, venga ella per caldo e freddo o per quel che più vi piace, perché il caldo e 'l freddo non hanno che far niente in questa operazione, e voi vedrete che un ferro infocato, che pur si può chiamar caldo, pesa il medesimo e si muove nel medesimo modo che freddo. Ma lasciato ancor questo, che sapete voi che il denso e 'l raro celeste non dependano dal freddo e dal caldo?

Simpl. Sollo, perché tali qualità non sono tra i corpi celesti, li quali non son caldi né freddi.

Sal. Io veggo che noi torniamo di nuovo a ingolfarci in un pelago infinito da non ne uscir mai, perché questo è un navigar senza bussola, senza stelle, senza remi, senza timone, onde convien per necessità o passare di scoglio in scoglio o dare in secco o navigar sempre per perduti. Però, se conforme al vostro consiglio noi vogliamo tendere avanti nella nostra principal materia, bisogna che, lasciata per ora questa general considerazione, se il moto retto sia necessario in natura e convenga ad alcuni corpi, venghiamo alle dimostrazioni, osservazioni ed esperienze particolari, proponendo prima tutte quelle che da Aristotile, da Tolomeo e da altri sono state sin qui addotte per prova della stabilità della Terra, cercando secondariamente di solverle, e portando in ultimo quelle per le quali altri possa restar persuaso che la Terra sia, non men che la Luna o altro pianeta, da connumerarsi tra i corpi naturali mobili circolarmente.

Sagr. Io tanto più volentieri mi atterrò a questo, quanto io resto assai più sodisfatto del vostro discorso architettonico e generale che di quello d'Aristotile, perché il vostro senza intoppo veruno mi quieta, e l'altro ad ogni passo mi attraversa qualche inciampo; e non so come il signor Simplicio non sia restato subito persuaso dalla ragione arrecata da voi per prova che il moto per linea retta non può aver

luogo in natura, tuttavoltaché si supponga che le parti dell'universo sieno disposte in ottima costituzione e perfettamente ordinate.

Sal. Fermate, di grazia, signor Sagredo, ché pur ora mi sovviene il modo di poter dar sodisfazione anco al signor Simplicio, tuttavolta però che e' non voglia restar talmente legato ad ogni detto d'Aristotile, che egli abbia per sacrilegio il discostarsene da alcuno [44]. E' non è dubbio che per mantener l'ottima disposizione e l'ordine perfetto delle parti dell'universo, quanto alla local situazione, non ci è altro che il movimento circolare e la quiete; ma quanto al moto per linea retta, non veggo, che possa servire ad altro che al ridurre nella sua natural costituzione qualche particella di alcuno de' corpi integrali che per qualche accidente fusse stata rimossa e separata dal suo tutto, come di sopra dicemmo. Consideriamo ora tutto il globo terrestre e veggiamo quel che può esser di lui, tuttavoltaché ed esso e gli altri corpi mondani si devano conservare nell'ottima e natural disposizione. Egli è necessario dire, o che egli resti e si conservi perpetuamente immobile nel luogo suo, o che, restando pur sempre nell'istesso luogo, si rivolga in se stesso, o che vadia intorno ad un centro, movendosi per la circonferenza di un cerchio: de i quali accidenti, ed Aristotile e Tolomeo e tutti i lor seguaci dicon pure che egli ha osservato sempre, ed è per mantenere in eterno, il primo, cioè una perpetua quiete nel medesimo luogo. Or, perché dunque in buon'ora non si dev'egli dire che sua naturale affezione è il restare immobile, più tosto che far suo naturale il moto all'ingiù, del qual moto egli già mai non si è mosso ned è per muoversi? E quanto al movimento per linea retta, lascisi che la natura se ne serva per ridur al suo tutto le particelle della terra, dell'acqua, dell'aria e del fuoco, e di ogni altro corpo integrale mondano, quando alcuna di loro, per qualche caso, se ne trovasse separata, e però in luogo disordinato trasposta; se pure anco per far questa restituzione non si

[44] Cfr. la lettera al Liceti del settembre 1640, vol. I, pp. 973 segg.

trovasse che qualche moto circolare fusse più accomodato. Parmi che questa primaria posizione risponda molto meglio, dico anco in via d'Aristotile medesimo, a tutte le altre conseguenze, che l'attribuire come intrinseco e natural principio de gli elementi i movimenti retti. Il che è manifesto: perché s'io domanderò al Peripatetico, se, tenendo egli che i corpi celesti sieno incorruttibili ed eterni, ei crede che 'l globo terrestre non sia tale, ma corruttibili e mortale, sì che egli abbia a venire tempo che, continuando suo essere e sue operazioni il Sole e la Luna e le altre stelle, la Terra non si ritrovi più al mondo, ma sia con tutto il resto de gli elementi destrutta e andata in niente, son sicuro che egli risponderà di no; adunque la corruzione e generazione è nelle parti, e non nel tutto, e nelle parti ben minime e superficiali, le quali son come insensibili in comparazion di tutta la mole: e perché Aristotile argumenta la generazione e corruzione dalla contrarietà de' movimenti retti, lascinsi tali movimenti alle parti, che sole si alterano e corrompono, ed all'intero globo e sfera de gli elementi attribuiscasi o il moto circolare o una perpetua consistenza nel proprio luogo, affezioni che sole sono atte alla perpetuazione ed al mantenimento dell'ordine perfetto. Questo che si dice della terra, può dirsi con simil ragion del fuoco e della maggior parte dell'aria; a i quali elementi si son ridotti i Peripatetici ad assegnare per loro intrinseco e natural moto uno del quale mai non si sono mossi né sono per muoversi, e chiamar fuor della natura loro quel movimento del quale si muovono, si son mossi, e son per muoversi perpetuamente. Questo dico, perché assegnano all'aria ed al fuoco il moto all'insù, del quale già mai si è mosso alcuno de i detti elementi, ma solo qualche lor particella, e questa non per altro che per ridursi alla perfetta costituzione, mentre si trovava fuori del luogo suo naturale; ed all'incontro chiamano a lor preternaturale il moto circolare, del quale incessabilmente si muovono, scordatisi in certo modo di quello che più volte ha detto Aristotile, che nessun violento può durar lungo tempo.

Simpl. A tutte queste cose abbiamo noi le risposte accomodatissime, le quali per ora lascerò da parte per venire alle ragioni più particolari ed esperienze sensate, le quali finalmente devono anteporsi, come ben dice Aristotile, a quanto possa esserci somministrato dall'umano discorso [45].

Sagr. Servanci dunque le cose dette sin qui per averci messo in considerazione qual de' due generali discorsi abbia più del probabile: dico quello di Aristotile, per persuaderci, la natura de i corpi sullunari esser generabile e corruttibile, etc., e però diversissima dall'essenza de i corpi celesti, per esser loro impassibili, ingenerabili, incorruttibili, etc., tirato dalla diversità de i movimenti semplici; o pur questo del signor Salviati, che, supponendo le parti integrali del mondo essere disposte in ottima costituzione, esclude per necessaria conseguenza da i corpi semplici naturali i movimenti retti, come di niuno uso in natura, e stima la Terra esser essa ancora uno de i corpi celesti, adornato di tutte le prerogative che a quelli convengono: il qual discorso sin qui a me consuona assai più che quell'altro. Sia dunque contento il signor Simplicio produr tutte le particolari ragioni, esperienze ed osservazioni, tanto naturali quanto astronomiche, per le quali altri possa restar persuaso, la Terra esser diversa da i corpi celesti, immobile, collocata nel centro del mondo, e se altro vi è che l'escluda dall'esser essa ancora mobile come un pianeta, come Giove o la Luna, etc.: ed il signor Salviati per sua cortesia si contenterà di rispondere a parte a parte.

Simpl. Eccovi, per la prima, due potentissime dimostrazioni per prova che la Terra è differentissima da i corpi celesti. Prima, i corpi che sono generabili, corruttibili, alterabili, etc., son diversissimi da quelli che sono ingenerabili, incorruttibili, inalterabili, etc.: la Terra è generabile, corruttibile, alterabile, etc., e i corpi celesti, ingenerabili, incorruttibili, inalterabili, etc.: adunque la Terra è diversissima da i corpi celesti.

[45] Cfr. le lettere sulle macchie solari (vol. I, pp. 327-408) e la citata lettera al Liceti.

Sagr. Per il primo argomento, voi riconducete in tavola quello che ci è stato tutt'oggi ed a pena si è levato pur ora.

Simpl. Piano, Signore; sentite il resto, e vedrete quanto e' sia differente da quello. Nell'altro si provò la minore *a priori*, ed ora ve la voglio provare *a posteriori*; guardate se questo è essere il medesimo. Provo dunque la minore, essendo la maggiore manifestissima. La sensata esperienza ci mostra come in Terra si fanno continue generazioni, corruzioni, alterazioni, etc., delle quali né per senso nostro, né per tradizioni o memorie de' nostri antichi, se n'è veduta veruna in cielo; adunque il cielo è inalterabile etc., e la Terra alterabile etc., e però diversa dal cielo. Il secondo argomento cavo io da un principale ed essenziale accidente; ed è questo. Quel corpo che è per sua natura oscuro e privo di luce, è diverso da i corpi luminosi e risplendenti: la Terra è tenebrosa e senza luce; ed i corpi celesti, splendidi e pieni di luce: adunque etc. Rispondasi a questi, per non far troppo cumulo, e poi ne addurrò altri.

Sal. Quanto al primo, la forza del quale voi cavate dall'esperienza, desidero che voi più distintamente mi produciate le alterazioni che voi vedete farsi nella Terra e non in cielo, per le quali voi chiamate la Terra alterabile ed il cielo no.

Simpl. Veggo in Terra continuamente generarsi e corrompersi erbe, piante, animali, suscitarsi venti, pioggie, tempeste, procelle, ed in somma esser questo aspetto della Terra in una perpetua metamorfosi; niuna delle quali mutazioni si scorge ne' corpi celesti, la costituzione e figurazione de' quali è puntualissimamente conforme a quelle di tutte le memorie, senza esservisi generato cosa alcuna di nuovo, né corrotto delle antiche.

Sal. Ma, come voi vi abbiate a quietare su queste visibili, o, per dir meglio, vedute, esperienze, è forza che voi reputiate la China e l'America esser corpi celesti, perché sicuramente in essi non avete vedute mai queste alterazioni che voi vedete qui in Italia, e che però, quanto alla vostra apprensione, e' sieno inalterabili.

Simpl. Ancorché io non abbia vedute queste alterazioni sensatamente in quei luoghi, ce ne son però le relazioni sicure: oltre che, *cum eadem sit ratio totius et partium*, essendo quei paesi parti della Terra come i nostri, è forza che e' sieno alterabili come questi.

Sal. E perché non l'avete voi, senza ridurvi a dover credere all'altrui relazioni, osservate e viste da per voi con i vostri occhi propri?

Simpl. Perché quei paesi, oltre al non esser esposti a gli occhi nostri, son tanto remoti che la vista nostra non potrebbe arrivare a comprenderci simili mutazioni.

Sal. Or vedete come da per voi medesimo avete casualmente scoperta la fallacia del vostro argomento. Imperocché se voi dite che le alterazioni, che si veggono in Terra appresso di noi, non le potreste, per la troppa distanza, scorger fatte in America, molto meno le potreste vedere nella Luna, tante centinaia di volte più lontana: e se voi credete le alterazioni messicane a gli avvisi venuti di là, quai rapporti vi son venuti dalla Luna a significarvi che in lei non vi è alterazione? Adunque dal non veder voi le alterazioni in cielo, dove, quando vi fussero, non potreste vederle per la troppa distanza, e dal non ne aver relazione, mentre che aver non si possa, non potete arguir che elle non vi sieno, come dal vederle e intenderle in Terra bene arguite che le ci sono.

Simpl. Io vi troverò delle mutazioni seguite in Terra così grandi, che se di tali se ne facessero nella Luna, benissimo potrebbero esser osservate di qua giù. Noi aviamo, per antichissime memorie, che già, allo stretto di Gibilterra, Abile e Calpe erano continuati insieme, con altre minori montagne le quali tenevano l'Oceano rispinto; ma essendosi, qual se ne fusse la causa, separati i detti monti, ed aperto l'adito all'acque marine, queste scorsero talmente in dentro, che ne formarono tutto il mare Mediterraneo: del quale se noi considereremo la grandezza, e la diversità dell'aspetto che devon fare tra di loro la superficie dell'acqua e quella della terra, vedute di lontano, non ha dubbio che una tale mutazione poteva benissimo esser compresa da chi

fusse stato nella Luna, sì come da noi abitatori della Terra simili alterazioni dovrebbero scorgersi nella Luna: ma non ci è memoria che mai si sia veduta cosa tale: adunque non ci resta attacco da poter dire che alcuno de i corpi celesti sia alterabile etc.

Sal. Che mutazioni così vaste sieno seguite nella Luna, io non ardirei di dirlo; ma non sono anco sicuro che non ve ne possano esser seguite: e perché una simil mutazione non potrebbe rappresentarci altro che qualche variazione tra le parti più chiare e le più oscure di essa Luna, io non so che ci sieno stati in Terra selinografi curiosi, che per lunghissima serie di anni ci abbiano tenuti provvisti di selinografie così esatte, che ci possano render sicuri, nissuna tal mutazione esser già mai seguita nella faccia della Luna; della figurazione della quale non trovo più minuta descrizione, che il dire alcuno che la rappresenta un volto umano, altri che l'è simile a un ceffo di leone, ed altri che l'è Caino con un fascio di pruni in spalla. Adunque il dire « Il cielo è inalterabile, perché nella Luna o in altro corpo celeste, non si veggono le alterazioni che si scorgono in Terra »[46] non ha forza di concluder cosa alcuna.

Sagr. Ed a me resta non so che altro scrupolo in questo primo argomento del signor Simplicio, il quale desidero che mi sia levato. Però io gli domando se la Terra avanti l'innondazione mediterranea era generabile e corruttibile, o pur cominciò allora ad esser tale.

Simpl. Era senza dubbio generabile e corruttibile ancora avanti; ma quella fu una mutazione tanto vasta, che anche nella Luna si sarebbe potuta osservare.

Sagr. Oh se la Terra fu, pure avanti tale alluvione, generabile e corruttibile, perché non può esser tale la Luna parimente senza una simile mutazione? perché è necessario nella Luna quello che non importava nulla nella Terra?

Sal. Argutissima instanza. Ma io vo dubitando che il signor Simplicio alteri un poco l'intelligenza de i testi d'Ari-

[46] Dante Alighieri, *Inferno*, XX, 126 e *Paradiso*, II, 49-51.

stotile e de gli altri Peripatetici, li quali dicano di tenere il cielo inalterabile, perché in esso non si è veduto generare né corromper mai alcuna stella, che forse è del cielo parte minore che una città della Terra, e pur innumerabili di queste si son destrutte in modo che né anco i vestigii ci son rimasti.

Sagr. Io certo stimava altramente, e credeva che il signor Simplicio dissimulasse questa esposizione di testo per non gravare il Maestro ed i suoi condiscepoli di una nota assai più deforme dell'altra. E qual vanità è il dire: « La parte celeste è inalterabile, perché in essa non si generano e corrompono stelle »? ci è forse alcuno che abbia veduto corrompersi un globo terrestre e rigenerarsene un altro? e non è egli ricevuto da tutti i filosofi, che pochissime stelle sieno in cielo minori della Terra, ma bene assaissime molto e molto maggiori? Il corrompersi dunque una stella in cielo non è minor cosa che destruggersi tutto il globo terrestre: però, quando per poter con verità introdur nell'universo la generazione e corruzione sia necessario che si corrompano e rigenerino corpi così vasti come una stella, toglietelo pur via del tutto, perché vi assicuro che mai non si vedrà corrompere il globo terrestre o altro corpo integrale del mondo, sì che, essendocisi veduto per molti secoli decorsi, ei si dissolva in maniera, che di sé non lasci vestigio alcuno.

Sal. Ma per dar soprabbondante soddisfazione al signor Simplicio e torlo, se è possibile, di errore, dico che noi aviamo nel nostro secolo accidenti ed osservazioni nuove e tali, ch'io non dubito punto che se Aristotile fusse all'età nostra, muterebbe oppinione. Il che manifestamente si raccoglie dal suo stesso modo di filosofare: imperocché mentre egli scrive di stimare i cieli inalterabili etc., perché nissuna cosa nuova si è veduta generarvisi o dissolversi delle vecchie, viene implicitamente a lasciarsi intendere che quando egli avesse veduto uno di tali accidenti, averebbe stimato il contrario ed anteposto, come conviene, la sensata esperienza al natural discorso, perché quando e' non avesse voluto fare stima de' sensi, non avrebbe, almeno dal non si vedere sensatamente mutazione alcuna, argumentata l'immutabilità.

Simpl. Aristotile fece il principal suo fondamento sul discorso *a priori*, mostrando la necessità dell'inalterabilità del cielo per i suoi principii naturali, manifesti e chiari; e la medesima stabilì doppo *a posteriori*, per il senso e per le tradizioni de gli antichi.

Sal. Cotesto, che voi dite, è il metodo col quale egli ha scritta la sua dottrina, ma non credo già che e' sia quello col quale egli la investigò, perché io tengo per fermo ch'e' proccurasse prima, per via de' sensi, dell'esperienze e delle osservazioni, di assicurarsi quanto fusse possibile della conclusione [47], e che doppo andasse ricercando i mezi da poterla dimostrare, perché così si fa per lo più nelle scienze dimostrative: e questo avviene perché, quando la conclusione è vera, servendosi del metodo resolutivo, agevolmente si incontra qualche proposizione già dimostrata, o si arriva a qualche principio per sé noto; ma se la conclusione sia falsa, si può procedere in infinito senza incontrar mai verità alcuna conosciuta, se già altri non incontrasse alcun impossibile o assurdo manifesto. E non abbiate dubbio che Pitagora gran tempo avanti che e' ritrovasse la dimostrazione per la quale fece l'ecatumbe, si era assicurato che 'l quadrato del lato

[47] Per Aristotele l'induzione, « la via che dagli oggetti singoli porta all'universale », è « qualcosa di più persuasivo, di più chiaro, di più conoscibile nella sfera della sensazione, ed alla portata della grande maggioranza delle persone; il sillogismo invece è più possente e più efficace contro gli esperti dell'arte di contraddire » (*Topici*, I, 12, 105 a 13-19); perciò il ragionamento deduttivo, che trova nel sillogismo la sua verace forma di espressione, è « anteriore per natura e più evidente » (*Analytica Priora*, II, 23, 68 b, 36). Di qui appunto la definizione aristotelica che « non c'è scienza se non dell'universale » e quindi la svalutazione dell'apporto della sensazione e del significato scientifico dell'attività tecnica, che costituisce nel contempo il punto di forza ed il limite della scienza antica e medievale. Ma contro queste posizioni dei peripatetici, Galilei si richiama polemicamente ad un Aristotele più consapevole del valore dell'esperienza sensibile, più attento al contributo gnoseologico dei fatti particolari, quale emerge da alcune espressioni proprie dell'*Organon*, dove l'induzione è ritenuta determinante e necessaria per l'astrazione « poiché anche le nozioni ottenute per astrazione saranno rese note mediante l'induzione, quando cioè si provi che alcune determinazioni appartengono ad un singolo genere in quanto tale, sebbene non risultino separabili dagli oggetti della sensazione » (*Analytica Posteriora*, II, 18, 81 b).

opposto all'angolo retto nel triangolo rettangolo era eguale a i quadrati de gli altri due lati; e la certezza della conclusione aiuta non poco al ritrovamento della dimostrazione, intendendo sempre nelle scienze demostrative. Ma fusse il progresso di Aristotile in qualsivoglia modo, sì che il discorso *a priori* precedesse il senso *a posteriori*, o per l'opposito, assai è che il medesimo Aristotile antepone (come più volte s'è detto) l'esperienze sensate a tutti i discorsi; oltre che, quanto a i discorsi *a priori*, già si è esaminato quanta sia la forza loro. Or, tornando alla materia, dico che le cose scoperte ne i cieli a i tempi nostri sono e sono state tali, che posson dare intera soddisfazione a tutti i filosofi: imperocché e ne i corpi particolari e nell'universale espansione del cielo si son visti e si veggono tuttavia accidenti simili a quelli che tra di noi chiamiamo generazioni e corruzioni, essendo che da astronomi eccellenti sono state osservate molte comete generate e disfatte in parti più alte dell'orbe lunare [48], oltre alle due stelle nuove dell'anno 1572 e del 1604 [49], senza veruna contradizione altissime sopra tutti i pianeti; ed in faccia dell'istesso Sole si veggono, mercé del telescopio, produrre e dissolvere materie dense ed oscure [50], in sembianza molto simili alle nugole intorno alla Terra, e molte di queste sono così vaste, che superano di gran lunga non solo il sino Mediterraneo, ma tutta l'Affrica e l'Asia ancora. Ora, quando Aristotile vedesse queste cose, che credete voi, signor Simplicio, ch'e' dicesse e facesse?

[48] Dopo avere respinto tenacemente la teoria ticonica delle comete nel *Saggiatore* e avere invece, con una singolare contraddizione col suo atteggiamento scientifico, sostenuto la teoria aristotelica al riguardo, qui Galilei sembra accettare, sia pure incidentalmente, la tesi che le comete siano corpi propri del mondo superiore alla luna e portati vaganti per l'etere dopo la loro disintegrazione. Questa tardiva ritrattazione della posizione assunta nel 1619 attraverso il *Discorso delle comete* del Guiducci e poi nel 1623 col *Saggiatore*, ci pare confermi il carattere rivedibile e sempre rinnovabile del sapere scientifico, quale era inteso dallo stesso Galilei e come egli dirà nella lettera al Castelli del 1639 (vol. I, p. 971).

[49] La stella del 1572, vista da Tycho Brahe e quella del 1604, vista a Padova da Baldassar Capra, su cui Galilei tenne tre lezioni.

[50] Cfr. la nota introduttiva alle lettere sulle macchie solari, vol. I, pp. 323 segg.

Simpl. Io non so quello che si facesse né dicesse Aristotile, che era padrone delle scienze, ma so bene in parte quello che fanno e dicono, e che conviene che facciano e dicano, i suoi seguaci, per non rimaner senza guida senza scorta e senza capo nella filosofia [51]. Quanto alle comete, non son eglino restati convinti quei moderni astronomi, che le volevano far celesti, dall'*Antiticone*, e convinti con le loro medesime armi, dico per via di paralassi e di calcoli rigirati in cento modi, concludendo finalmente a favor d'Aristotile che tutte sono elementari? e spiantato questo, che era quanto fondamento avevano i seguaci delle novità, che altro più resta loro per sostenersi in piedi?

Sal. Con flemma, signor Simplicio. Cotesto moderno autore che cosa dice egli delle stelle nuove del 72 e del 604 e delle macchie solari? perché quanto alle comete, io, quant'a me, poca difficultà farei nel porle generate sotto o sopra la Luna, né ho mai fatto gran fondamento sopra la loquacità di Ticone, né sento repugnanza alcuna nel poter credere che la materia loro sia elementare, e che le possano sublimarsi quanto piace loro, senza trovare ostacoli nell'impenetrabilità del cielo peripatetico, il quale io stimo più tenue più cedente e più sottile assai della nostra aria; e quanto a i calcoli delle paralassi, prima il dubbio se le comete sian soggette a tale accidente, e poi l'inconstanza delle osservazioni sopra le quali son fatti i computi, mi rendono egualmente sospette queste opinioni e quelle, e massime che mi pare che l'*Antiticone* talvolta accomodi a suo modo, o metta per fallaci, quelle osservazioni che repugnano al suo disegno.

Simpl. Quanto alle stelle nuove, l'*Antiticone* se ne sbriga benissimo in quattro parole, dicendo che tali moderne stelle nuove non son parti certe de i corpi celesti, e che bisogna che gli avversari, se voglion provare lassù esser alterazione e generazione, dimostrino mutazioni fatte nelle stelle descritte già tanto tempo, delle quali nissuno dubita che sieno cose celesti, il che non possono far mai in veruna maniera. Circa

[51] Sull'*Antiticone* di Scipione Chiaramonti cfr. vol. I, p. 631, n. 36.

poi alle materie che alcuni dicono generarsi e dissolversi in faccia del Sole, ei non ne fa menzione alcuna; ond'io argomento ch' e' l'abbia per una favola, o per illusioni del cannocchiale [52], o al più per affezioncelle fatte per aria, ed in somma per ogni altra cosa che per materie celesti.

Sal. Ma voi, signor Simplicio, che cosa vi sete immaginato di rispondere all'opposizione di queste macchie importune, venute a intorbidare il cielo, e più la peripatetica filosofia? egli è forza che, come intrepido difensor di quella, vi abbiate trovato ripiego e soluzione, della quale non dovete defraudarci.

Simpl. Io ho intese diverse opinioni, intorno a questo particolare. Chi dice che le sono stelle, che ne' loro proprii orbi, a guisa di Venere e di Mercurio, si volgono intorno al Sole, e nel passargli sotto si mostrano a noi oscure, e per esser moltissime, spesso accade che parte di loro si aggreghino insieme e che poi si separino; altri le credono esser impressioni per aria; altri, illusioni de' cristalli; ed altri, altre cose. Ma io inclino assai a credere, anzi tengo per fermo, che le sieno un aggregato di molti e vari corpi opachi, quasi casualmente concorrenti tra di loro: e però veggiamo spesso che in una macchia si posson numerare dieci e più di tali corpicelli minuti, che sono di figure irregolari e ci si rappresentano come fiocchi di neve o di lana o di mosche volanti; variano sito tra di loro, ed or si disgregano ed ora si congregano, e massimamente sotto il Sole, intorno al quale, come intorno a suo centro, si vanno movendo. Ma non però è di necessità dire che le si generino e si corrompano, ma che alcune volte si occultano doppo il corpo del Sole, ed altre volte, benché allontanate da quello, non si veggono per la vicinanza della smisurata luce del sole: imperocché nell'orbe eccentrico del Sole vi è costituita una quasi cipolla composta di molte grossezze, una dentro all'altra, ciascheduna delle quali, essendo tempestata di alcune piccole macchie, si muove; e benché il movimento loro da principio sia parso inconstante ed irregolare, nulla dimeno

[52] Cfr. la nota introduttiva al *Sidereus nuncius*, vol. I, pp. 263 segg.

si dice essersi ultimamente osservato che dentro a tempi determinati ritornano le medesime macchie per l'appunto. Questo pare a me il più accomodato ripiego che sin qui si sia ritrovato per render ragione di cotale apparenza, ed insieme mantenere la incorruttibilità ed ingenerabilità del cielo; e quanto questo non bastasse, non mancheranno ingegni più elevati che ne troveranno de gli altri migliori.

Sal. Se questo di che si disputa fusse qualche punto di legge o di altri studi umani, ne i quali non è né verità né falsità, si potrebbe confidare assai nella sottigliezza dell'ingegno e nella prontezza del dire e nella maggior pratica ne gli scrittori, e sperare che quello che eccedesse in queste cose, fusse per far apparire e giudicar la ragion sua superiore; ma nelle scienze naturali, le conclusioni delle quali son vere e necessarie né vi ha che far nulla l'arbitrio umano, bisogna guardarsi di non si porre alla difesa del falso, perché mille Demosteni e mille Aristoteli resterebbero a piede contro ad ogni mediocre ingegno che abbia auto ventura di apprendersi al vero. Però, signor Simplicio, toglietevi pur giù dal pensiero e dalla speranza che voi avete, che possano esser uomini tanto più dotti, eruditi e versati ne i libri, che non siamo noi altri, che al dispetto della natura sieno per far divenir vero quello che è falso. E già che tra tutte le opinioni che sono state prodotte sin qui intorno all'essenza di queste macchie solari, questa esplicata pur ora da voi vi par la vera, resta (se questo è) che l'altre tutte sien false; ed io, per liberarvi ancora da questa, che pure è falsissima chimera, lasciando mill'altre improbabilità che vi sono, due sole esperienze vi arreco in contrario. L'una è, che molte di tali macchie si veggono nascere nel mezo del disco solare, e molte parimente dissolversi e svanire pur lontane dalla circonferenza del Sole; argumento necessario che le si generano e si dissolvono: ché se senza generarsi e corrompersi comparissero quivi per solo movimento locale, tutte si vedrebbero entrare e uscire per la estrema circonferenza. L'altra osservazione a quelli che non son costituiti nell'infimo grado d'ignoranza di prospettiva, dalla mutazione dell'apparenti figure, e dall'apparente mutazion di velocità

di moto, si conclude necessariamente che le macchie son contigue al corpo solare [53], e che, toccando la sua superficie, con essa o sopra di essa si muovono, e che in cerchi da quello remoti in verun modo non si raggirano. Concludelo il moto, che verso la circonferenza del disco solare apparisce tardissimo, e verso il mezo più veloce; concludono le figure delle macchie, le quali verso la circonferenza appariscono strettissime in comparazione di quello che si mostrano nelle parti di mezo, e questo perché nelle parti di mezo si veggono in maestà e quali elle veramente sono, e verso la circonferenza, mediante lo sfuggimento della superficie globosa, si mostrano in iscorcio: e l'una e l'altra diminuzione, di figura e di moto, a chi diligentemente l'ha sapute osservare e calculare, risponde precisamente a quello che apparir deve quando le macchie sien contigue al Sole, e discorda inescusabilmente dal muoversi in cerchi remoti, benché per piccoli intervalli, dal corpo solare; come diffusamente è stato dimostrato dall'amico nostro nelle *Lettere delle Macchie Solari* al signor Marco Velseri. Raccogliesi dalla medesima mutazion di figura che nissuna di esse è stella o altro corpo di figura sferica; imperocché tra tutte le figure sola la sfera non si vede mai in iscorcio, né può rappresentarsi mai se non perfettamente rotonda; e così quando alcuna delle macchie particolari fusse un corpo rotondo, quali si stimano esser tutte le stelle, della medesima rotondità si mostrerebbe tanto nel mezo del disco solare quanto verso l'estremità; dove che lo scorciare tanto e mostrarsi così sottili verso tale estremità, ed all'incontro spaziose e larghe verso il mezo, ci rende sicuri quelle esser falde di poca profondità o grossezza rispetto alla lunghezza e larghezza loro. Che poi si sia osservato ultimamente che le macchie doppo suoi determinati periodi ritornino le medesime per l'appunto, non lo crediate, signor Simplicio, e chi ve l'ha detto vi vuole ingannare: e che ciò sia, guardate che ei vi ha taciuto quelle che si generano e quelle che si dissolvono nella faccia del Sole,

[53] Cfr. la seconda lettera sulle macchie solari, vol. I, pp. 347 segg.

lontano dalla circonferenza; né vi ha anco detto parola di quello scorciare, che è argomento necessario dell'esser contigue al Sole. Quello che ci è del ritorno delle medesime macchie, non è altro che quel che pur si legge nelle sopraddette *Lettere*, cioè che alcune di esse può esser talvolta che siano di così lunga durata, che non si disfacciano per una sola conversione intorno al Sole, la quale si spedisce in meno di un mese.

Simpl. Io, per dire il vero, non ho fatto né sì lunghe né sì diligenti osservazioni, che mi possano bastare a esser ben padrone del *quod est* di questa materia; ma voglio in ogni modo farle, e poi provarmi io ancora se mi succedesse concordare quel che ci porge l'esperienza con quel che ci dimostra Aristotile, perché chiara cosa è che due veri non si posson contrariare.

Sal. Tuttavolta che voi vogliate accordar quel che vi mostrerà il senso con le più salde dottrine d'Aristotile, non ci averete una fatica al mondo. E che ciò sia vero, Aristotile non dic'egli che delle cose del cielo, mediante la gran lontananza, non se ne può molto resolutamente trattare?

Simpl. Dicelo apertamente.

Sal. Il medesimo non afferm'egli che quello che l'esperienza e il senso ci dimostra, si deve anteporre ad ogni discorso, ancorché ne paresse assai ben fondato? e questo non lo dic'egli resolutamente e senza punto titubare?

Simpl. Dicelo.

Sal. Adunque di queste due proposizioni, che sono ambedue dottrina d'Aristotile, questa seconda, che dice che bisogna anteporre il senso al discorso, è dottrina molto più ferma e risoluta che l'altra, che stima il cielo inalterabile; e però più aristotelicamente filosoferete dicendo « Il cielo è alterabile, perché così mi mostra il senso », che se direte « Il cielo è inalterabile, perché così persuade il discorso ad Aristotile ». Aggiugnete che noi possiamo molto meglio di Aristotile discorrer delle cose del cielo, perché, confessando egli cotal cognizione esser a lui difficile per la lontananza da i sensi, viene a concedere che quello a chi i sensi meglio lo potessero rappresentare, con sicureza maggiore potrebbe

intorno ad esso filosofare: ora noi, mercé del telescopio, ce lo siam fatto vicino trenta e quaranta volte più che vicino non era ad Aristotile, sì che possiamo scorgere in esso cento cose che egli non potette vedere, e tra le altre queste macchie nel Sole, che assolutamente ad esso furono invisibili: adunque del cielo e del Sole più sicuramente possiamo noi trattare che Aristotile.

Sagr. Io sono nel cuore al signor Simplicio, e veggo che e' si sente muovere assai dalla forza di queste pur troppo concludenti ragioni; ma, dall'altra banda, il vedere la grande autorità che si è acquistata Aristotile appresso l'universale, il considerare il numero de gli interpreti famosi che si sono affaticati per esplicare i suoi sensi, il vedere altre scienze, tanto utili e necessarie al publico, fondar gran parte della stima e reputazion loro sopra il credito d'Aristotile, lo confonde e spaventa assai; e me lo par sentir dire: « E a chi si ha da ricorrere per definire le nostre controversie, levato che fusse di seggio Aristotile? qual altro autore si ha da seguitare nelle scuole, nelle accademie, nelli studi? qual filosofo ha scritto tutte le parti della natural filosofia, e tanto ordinatamente, senza lasciar indietro pur una particolar conclusione? adunque si deve desolar quella fabbrica, sotto la quale si ricuoprono tanti viatori? si deve destrugger quell'asilo, quel Pritaneo, dove tanto agiatamente si ricoverano tanti studiosi, dove, senza esporsi all'ingiurie dell'aria, col solo rivoltar poche carte, si acquistano tutte le cognizioni della natura? si ha da spiantar quel propugnacolo, dove contro ad ogni nimico assalto in sicurezza si dimora? » Io gli compatisco, non meno che a quel signore che, con gran tempo, con spesa immensa, con l'opera di cento e cento artefici, fabbricò nobilissimo palazzo, e poi lo vegga, per esser stato mal fondato, minacciar rovina, e che, per non vedere con tanto cordoglio disfatte le mura di tante vaghe pitture adornate, cadute le colonne sostegni delle superbe logge, caduti i palchi dorati, rovinati gli stipiti, i frontespizi e le cornici marmoree con tanta spesa condotte, cerchi con catene, puntelli, contrafforti, barbacani e sorgozzoni di riparare alla rovina.

Galileo Galilei nel 1624
Incisione di Ottavio Leoni (Parigi, Biblioteca Nazionale)

Sal. Eh non tema già il signor Simplicio di simil cadute; io con sua assai minore spesa torrei ad assicurarlo del danno. Non ci è pericolo che una moltitudine sì grande di filosofi accorti e sagaci si lasci sopraffare da uno o dua, che faccino un poco di strepito; anzi non pure col voltargli contro le punte delle lor penne, ma col solo silenzio, gli metteranno in disprezzo e derisione appresso l'universale. Vanissimo è il pensiero di chi credesse introdur nuova filosofia col reprovar questo o quello autore: bisogna prima imparare a rifar i cervelli degli uomini, e rendergli atti a distinguere il vero dal falso, cosa che solo Dio la può fare. Ma d'un ragionamento in un altro dove siamo noi trascorsi? Io non saprei ritornare in su la traccia, senza la scorta della vostra memoria.

Simpl. Me ne ricordo io benissimo. Eramo intorno alle risposte dell'*Antiticone* all'obbiezioni contro all'immutabilità del cielo, tra le quali voi inseriste questa delle macchie solari, non toccata da lui; e credo che voi voleste considerar la sua risposta all'instanza delle stelle nuove.

Sal. Or mi sovviene il restante; e seguitando la materia, parmi che nella risposta dell'*Antiticone* sieno alcune cose degne di riprensione. E prima, se le due stelle nuove, le quali e' non può far di manco di non por nelle parti altissime del cielo, e che furono di lunga durata e finalmente svanirono, non gli danno fastidio nel mantener l'inalterabilità del cielo, per non esser loro parti certe di quello né mutazioni fatte nelle stelle antiche, a che proposito mettersi con tanta ansietà ed affanno contro le comete, per bandirle in ogni maniera dalle regioni celesti? non bastav'egli il poter dir di loro quel medesimo che delle stelle nuove? cioè che per non esser parti certe del cielo né mutazioni fatte in alcuna delle sue stelle, nessun progiudizio portano né al cielo né alla dottrina d'Aristotile? Secondariamente, io non resto ben capace dell'interno dell'animo suo, mentre che e' confessa che le alterazioni che si facessero nelle stelle sarebber destruttrici delle prerogative del cielo, cioè dell'incorruttibilità etc., e questo, perché le stelle son cose celesti, come per il concorde consenso di tutti è manifesto; ed all'incontro, niente lo perturba, quando le medesime alterazioni si faces-

sero fuori delle stelle, nel resto della celeste espansione. Stim'egli forse che il cielo non sia cosa celeste? io per me credeva che le stelle si chiamassero cose celesti mediante l'esser nel cielo o l'esser fatte della materia del cielo, e che però il cielo fusse più celeste di loro, in quella guisa che non si può dire alcuna cosa esser più terrestre o più ignea della terra o del fuoco stesso. Il non aver poi fatto menzione delle macchie solari, delle quali è stato dimostrato concludentemente prodursi e dissolversi ed esser prossime al corpo solare e con esso o intorno ad esso raggirarsi, mi dà grand'indizio che possa esser che questo autore scriva più tosto a compiacenza di altri che a soddisfazion propria; e questo dico, perché, dimostrandosi egli intelligente delle matematiche, è impossibile ch'ei non resti persuaso dalle dimostrazioni, che tali materie sono necessariamente contigue al corpo solare, e sono generazioni e corruzioni tanto grandi, che nissuna così grande se ne fa mai in Terra: e se tali e tante e sì frequenti se ne fanno nell'istesso globo del Sole, che ragionevolmente può stimarsi delle più nobili parti del cielo, qual ragione resterà potente a dissuaderci che altre ne possano accadere ne gli altri globi?

Sagr. Io non posso senza grande ammirazione, e dirò gran repugnanza al mio intelletto, sentir attribuir per gran nobiltà e perfezione a i corpi naturali ed integranti dell'universo questo esser impassibile, immutabile, inalterabile, etc., ed all'incontro stimar grande imperfezione l'esser alterabile, generabile, mutabile, etc.: io per me reputo la Terra nobilissima ed ammirabile per le tante e sì diverse alterazioni, mutazioni, generazioni, etc., che in lei incessabilmente si fanno; e quando, senza esser suggetta ad alcuna mutazione, ella fusse tutta una vasta solitudine d'arena o una massa di diaspro, o che al tempo del diluvio diacciandosi l'acque che la coprivano fusse restata un globo immenso di cristallo, dove mai non nascesse né si alterasse o si mutasse cosa veruna, io la stimerei un corpaccio inutile al mondo, pieno di ozio e, per dirla in breve, superfluo e come se non fusse in natura, e quella stessa differenza ci farei che è tra l'animal vivo e il morto; ed il medesimo dico della Luna, di Giove

e di tutti gli altri globi mondani [54]. Ma quanto più m'interno in considerar la vanità de i discorsi popolari, tanto più gli trovo leggieri e stolti. E qual maggior sciocchezza si può immaginar di quella che chiama cose preziose le gemme, l'argento e l'oro, e vilissime la terra e il fango? e come non sovviene a questi tali, che quando fusse tanta scarsità della terra quanta è delle gioie o de i metalli più pregiati, non sarebbe principe alcuno che volentieri non ispendesse una soma di diamanti e di rubini e quattro carrate di oro per aver solamente tanta terra quanta bastasse per piantare in un picciol vaso un gelsomino o seminarvi un arancino della Cina, per vederlo nascere, crescere e produrre sì belle frondi, fiori così odorosi e sì gentil frutti? È, dunque, la penuria e l'abbondanza quella che mette in prezzo ed avvilisce le cose appresso il volgo, il quale dirà poi quello essere un bellissimo diamante, perché assimiglia l'acqua pura, e poi non lo cambierebbe con dieci botti d'acqua. Questi che esaltano tanto l'incorruttibilità, l'inalterabilità, etc., credo che si riduchino a dir queste cose per il desiderio grande di campare assai e per il terrore che hanno della morte; e non considerano che quando gli uomini fussero immortali, a loro non toccava venire al mondo. Questi meriterebbero d'incontrarsi in un capo di Medusa, che gli trasmutasse in istatue di diaspro o di diamante, per diventar più perfetti che non sono.

Sal. E forse anco una tal metamorfosi non sarebbe se non con qualche lor vantaggio; ché meglio credo io che sia il non discorrere, che discorrere a rovescio.

[54] La ricerca della perfezione nel movimento, nella capacità produttiva e nella vitalità della realtà anziché nell'intangibile immobilità parmenidea dell'essere è segno di una nuova mentalità, di una concezione della vita che trae motivo da valori risiedenti non in astrazioni metafisiche, ma nell'uomo, che opera sulla terra, fra gli altri uomini. Proprio dei ceti mercantili e tecnici che operavano nella società veneta del principio del sec. XVII (cfr. L. BULFERETTI, *Galileo Galilei e la società del suo tempo* cit.) questo senso nuovo della vita si accorda con la prospettiva culturale che il naturalismo scientifico dei secc. XVI e XVII veniva determinando, e risponde in modo veritiero al carattere della mentalità galileiana.

Simpl. E' non è dubbio alcuno che la Terra è molto più perfetta essendo, come ella è, alterabile, mutabile, etc., che se la fusse una massa di pietra, quando ben anco fusse un intero diamante, durissimo ed impassibile. Ma quanto queste condizioni arrecano di nobiltà alla Terra, altrettanto renderebbero i corpi celesti più imperfetti, ne i quali esse sarebbero superflue, essendo che i corpi celesti, cioè il Sole, la Luna e l'altre stelle, che non sono ordinati ad altro uso che al servizio della Terra, non hanno bisogno d'altro per conseguire il lor fine, che del moto e del lume.

Sagr. Adunque la natura ha prodotti ed indirizzati tanti vastissimi perfettissimi e nobilissimi corpi celesti, impassibili, immortali, divini, non ad altro uso che al servizio della Terra, passibile, caduca e mortale? al servizio di quello che voi chiamate la feccia del mondo, la sentina di tutte le immondizie? e a che proposito far i corpi celesti immortali etc., per servire a uno caduco etc.? Tolto via questo uso di servire alla Terra, l'innumerabile schiera di tutti i celesti corpi resta del tutto inutile e superflua, già che non hanno, né possono avere, alcuna scambievole operazione fra di loro, poiché tutti sono inalterabili, immutabili, impassibili: ché se, verbigrazia, la Luna è impassibile, che volete che il Sole o altra stella operi in lei? sarà senz'alcun dubbio operazione minore assai che quella di chi con la vista o col pensiero volesse liquefare una gran massa d'oro. In oltre, a me pare che mentre che i corpi celesti concorrano alle generazioni ed alterazioni della Terra, sia forza che essi ancora sieno alterabili; altramente non so intendere che l'applicazione della Luna o del Sole alla Terra per far le generazioni fusse altro che mettere a canto alla sposa una statua di marmo, e da tal congiugnimento stare attendendo prole.

Simpl. La corruttibilità, l'alterazione, la mutazione etc. non son nell'intero globo terrestre, il quale quanto alla sua integrità è non meno eterno che il Sole o la Luna, ma è generabile e corruttibile quanto alle sue parti esterne; ma è ben vero che in esse la generazione e corruzione son perpetue, e come tali ricercano l'operazioni celesti eterne; e però è necessario che i corpi celesti sieno eterni.

Sagr. Tutto cammina bene; ma se all'eternità dell'intero globo terrestre non è punto progiudiziale la corruttibilità delle parti superficiali, anzi questo esser generabile, corruttibile, alterabile etc. gli arreca grand'ornamento e perfezione, perché non potete e dovete voi ammetter alterazioni, generazioni etc. parimente nelle parti esterne de i globi celesti, aggiugnendo loro ornamento, senza diminuirgli perfezione o levargli l'azioni, anzi accrescendogliele, col far che non solo sopra la Terra, ma che scambievolmente fra di loro tutti operino, e la Terra ancora verso di loro?

Simpl. Questo non può essere, perché le generazioni, mutazioni etc. che si facesser, verbigrazia, nella Luna, sarebber inutili e vane, « et natura nihil frustra facit ».

Sagr. E perché sarebbero elleno inutili e vane?

Simpl. Perché noi chiaramente veggiamo e tocchiamo con mano, che tutte le generazioni, mutazioni, etc., che si fanno in Terra, tutte, o mediatamente o immediatamente, sono indrizzate all'uso, al comodo ed al benefizio dell'uomo; per comodo de gli uomini nascono i cavalli, per nutrimento de' cavalli produce la Terra il fieno, e le nugole l'adacquano; per comodo e nutrimento de gli uomini nascono le erbe, le biade, i frutti, le fiere, gli uccelli, i pesci; ed in somma, se noi anderemo diligentemente esaminando e risolvendo tutte queste cose, troveremo, il fine al quale tutte sono indrizzate esser il bisogno, l'utile, il comodo e il diletto de gli uomini [55].

[55] Accettando come unica, generale autorità la Natura, le correnti scientifiche di avanguardia del sec. XVII avevano raggiunto importanti risultati di ordine metodologico e sostanziale, con il ricorso ad un rigoroso criterio analogico-induttivo: mentre nella ricerca fisico-astronomica, negata ogni differenza tra mondo sublunare e mondo celeste, si era giunti alla fondazione di una meccanica celeste fondata sul principio d'inerzia, nelle indagini logico-mentali il rigoroso procedimento dei nominalisti aveva distrutto tutte le entità metafisiche superflue e la nuova fisiologia umana, fondandosi sulla comparazione anatomica, respingeva il pregiudizio metafisico di una radicale eterogeneità strutturale tra il corpo umano e quello degli altri animali. Tutto ciò era possibile ai fondatori della nuova scienza, perché essi facevano appello ad una sola assoluta autorità, la Natura, di fronte alla quale perdeva valore e significato qualsiasi principio affermante la superiorità gerarchica o « nobiltà » dell'uomo ed ogni interpretazione ingenuamente finalistica della realtà che facesse dell'uomo lo scopo

Or di quale uso potrebber esser mai al genere umano le generazioni che si facessero nella Luna o in altro pianeta? se già voi non voleste dire che nella Luna ancora fussero uomini, che godesser de' suoi frutti; pensiero, o favoloso, o empio.

Sagr. Che nella Luna o in altro pianeta si generino o erbe o piante o animali simili a i nostri, o vi si facciano pioggie, venti, tuoni, come intorno alla Terra, io non lo so e non lo credo, e molto meno che ella sia abitata da uomini: ma non intendo già come tuttavolta che non vi si generino cose simili alle nostre, si deva di necessità concludere che niuna alterazione vi si faccia, né vi possano essere altre cose che si mutino, si generino e si dissolvano, non solamente diverse dalle nostre, ma lontanissime dalla nostra immaginazione, ed in somma del tutto a noi inescogitabili. E sì come io son sicuro che a uno nato e nutrito in una selva immensa, tra fiere ed uccelli, e che non avesse cognizione alcuna dell'elemento dell'acqua, mai non gli potrebbe cadere nell'immaginazione essere in natura un altro mondo diverso dalla Terra, pieno di animali li quali senza gambe e senza ale velocemente camminano, e non sopra la superficie solamente, come le fiere sopra la terra, ma per entro tutta la profondità, e non solamente camminano, ma dovunque piace loro immobilmente si fermano, cosa che non posson fare gli uccelli per aria, e che quivi di più abitano ancora uomini e vi fabbricano palazzi e città, ed hanno tanta comodità nel viaggiare, che senza niuna fatica vanno con tutta la famiglia e con la casa e con le città intere in lontanissimi paesi; sì come, dico, io son sicuro che un tale, ancorché di perspi-

ultimo di ogni modificazione od operazione della natura. La concezione dell'universo come una grande macchina, il cui funzionamento è decifrabile in precisi termini matematici, esclude e respinge il fondamento magico su cui viene solitamente costruita la concezione della natura come essere vivente. Con questo appaiono evidenti il passo avanti compiuto dalla scienza rinascimentale rispetto alla concezione umanistica dell'uomo e della natura e la più ampia prospettiva della realtà che essa può conseguire attraverso l'inserimento della visione umanistica in una prospettiva scientifica che abbracci l'universo intero.

cacissima immaginazione, non si potrebbe già mai figurare i pesci, l'oceano, le navi, le flotte e le armate di mare; così, e molto più, può accadere che nella Luna, per tanto intervallo remota da noi e di materia per avventura molto diversa dalla Terra, sieno sustanze e si facciano operazioni non solamente lontane, ma del tutto fuori, d'ogni nostra immaginazione, come quelle che non abbiano similitudine alcuna con le nostre, e perciò del tutto inescogitabili, avvengaché quello che noi ci immaginiamo bisogna che sia o una delle cose già vedute, o un composto di cose o di parti delle cose altra volta vedute; ché tali sono le sfingi, le sirene, le chimere, i centauri, etc.

Sal. Io son molte volte andato fantasticando sopra queste cose, e finalmente mi pare di poter ritrovar bene alcune delle cose che non sieno né possa esser nella Luna, ma non già veruna di quelle che io creda che vi sieno e possano essere, se non con una larghissima generalità, cioè cose che l'adornino, operando e movendo e vivendo e, forse con modo diversissimo dal nostro, veggendo ed ammirando la grandezza e bellezza del mondo e del suo Facitore e Rettore, e con encomii continui cantando la Sua gloria, ed in somma (che è quello che io intendo) facendo quello tanto frequentemente da gli scrittor sacri affermato, cioè una perpetua occupazione di tutte le creature in laudare Iddio.

Sagr. Queste sono delle cose che, generalissimamente parlando, vi possono essere; ma io sentirei volentieri ricordar di quelle che ella crede che non vi sieno né possano essere, le quali è forza che più particolarmente si possano nominare.

Sal. Avvertite, signor Sagredo, che questa sarà la terza volta che noi così di passo in passo, non ce n'accorgendo, ci saremo deviati dal nostro principale instituto, e che tardi verremo a capo de' nostri ragionamenti, facendo digressioni; però se vogliamo differir questo discorso tra gli altri che siam convenuti rimettere ad una particolar sessione, sarà forse ben fatto.

Sagr. Di grazia, già che siamo nella Luna, spediamoci palle cose che appartengono a lei, per non avere a fare un'altra volta un sì lungo cammino.

Sal. Sia come vi piace. E per cominciar dalle cose più generali, io credo che il globo lunare sia differente assai dal terrestre, ancorché in alcune cose si veggano delle conformità: dirò le conformità, e poi le diversità. Conforme è sicuramente la Luna alla Terra nella figura [56], la quale indubitabilmente è sferica, come di necessità si conclude dal vedersi il suo disco perfettamente circolare, e dalla maniera del ricevere il lume del Sole, dal quale, se la superficie sua fusse piana, verrebbe tutta nell'istesso tempo vestita, e parimente poi tutta, pur in un istesso momento, spogliata di luce, e non prima le parti che riguardano verso il Sole e successivamente le seguenti, sì che giunta all'opposizione, e non prima, resta tutto l'apparente disco illustrato; di che, all'incontro, accaderebbe tutto l'opposito, quando la sua visibil superficie fusse concava, cioè la illuminazione comincierebbe dalle parti avverse al Sole. Secondariamente, ella è, come la Terra, per se stessa oscura ed opaca, per la quale opacità è atta a ricevere ed a ripercuotere il lume del Sole, il che, quando ella non fusse tale, far non potrebbe. Terzo, io tengo la sua materia densissima e solidissima non meno della Terra; di che mi è argomento assai chiaro l'esser la sua superficie per la maggior parte ineguale, per le molte eminenze e cavità che vi si scorgono mercé del telescopio: delle quali eminenze ve ne son molte in tutto e per tutto simili alle nostre più aspre e scoscese montagne, e vi se ne scorgono alcune tirate e continuazioni lunghe di centinaia di miglia; altre sono in gruppi più raccolti, e sonvi ancora molti scogli staccati e solitari, ripidi assai e dirupati; ma quello di che vi è maggior frequenza, sono alcuni argini (userò questo nome, per non me ne sovvenir altro che più gli rappresenti) assai rilevati, li quali racchiudono e circondano pianure di diverse grandezze, e formano varie figure, ma la maggior parte circolari, molte delle quali hanno nel mezo un monte rilevato assai, ed alcune poche son ripiene di materia alquanto oscura, cioè simile a quella delle gran

[56] Cfr. *Sidereus nuncius*, vol. I, p. 281.

macchie che si veggon con l'occhio libero, e queste sono delle maggiori piazze; il numero poi delle minori e minori è grandissimo, e pur quasi tutte circolari. Quarto, sì come la superficie del nostro globo è distinta in due massime parti, cioè nella terrestre e nell'acquatica, così nel disco lunare veggiamo una distinzion magna di alcuni gran campi più risplendenti e di altri meno; all'aspetto de i quali credo che sarebbe quello della Terra assai simigliante, a chi dalla Luna o da altra simile lontananza la potesse vedere illustrata dal Sole, ed apparirebbe la superficie del mare più oscura, e più chiara quella della terra. Quinto, sì come noi dalla Terra veggiamo la Luna or tutta luminosa, or meza, or più, or meno, talor falcata, e talvolta ci resta del tutto invisibile, cioè quando è sotto i raggi solari, sì che la parte che riguarda la Terra resta tenebrosa; così appunto si vedrebbe dalla Luna, coll'istesso periodo a capello e sotto le medesime mutazioni di figure, l'illuminazione fatta dal Sole sopra la faccia della Terra. Sesto...

Sagr. Piano un poco, signor Salviati. Che l'illuminazione della Terra, quanto alle diverse figure, si rappresentasse, a chi fusse nella Luna, simile in tutto a quello che noi scorgiamo nella Luna, l'intendo io benissimo; ma non resto già capace, come ella si mostrasse fatta coll'istesso periodo, avvenga che quello che fa l'illuminazion del Sole nella superficie lunare in un mese, lo fa nella terrestre in ventiquattr'ore.

Sal. È vero che l'effetto del Sole, circa l'illuminar questi due corpi e ricercar col suo splendore tutta la lor superficie, si spedisce nella Terra in un giorno naturale, e nella Luna in un mese; ma non da questo solo depende la variazione delle figure, sotto le quali dalla Luna si vedrebbero le parti illuminate della terrestre superficie, ma da i diversi aspetti che la Luna va mutando col Sole: sì che quando, verbigrazia, la Luna seguitasse puntualmente il moto del Sole, e stesse per caso sempre linearmente tra esso e la Terra in quell'aspetto che noi diciamo di congiunzione, vedendo ella sempre il medesimo emisferio della Terra che vedrebbe il Sole, lo vedrebbe perpetuamente tutto lucido; come, per

l'opposito, quando ella restasse sempre all'opposizione del Sole, non vedrebbe mai la Terra, della quale sarebbe continuamente volta verso la Luna la parte tenebrosa, e perciò invisibile; ma quando la Luna è alla quadratura del Sole, dell'emisfero terrestre esposto alla vista della Luna, quella metà che è verso il Sole è luminosa, e l'altra verso l'opposto del Sole è oscura, e però la parte della Terra illuminata si rappresenterebbe alla Luna sotto figura di mezo cerchio.

Sagr. Resto capacissimo del tutto; ed intendo già benissimo che partendosi la Luna dall'opposizione del Sole, di dove ella non vedeva niente dell'illuminato della terrestre superficie, e venendo di giorno in giorno verso il Sole, incomincia a poco a poco a scoprir qualche particella della faccia della Terra illuminata, e questa vede ella in figura di sottil falce, per esser la Terra rotonda; ed acquistando pur la Luna col suo movimento di dì in dì maggior vicinità al Sole, viene scoprendo più e più sempre dell'emisfero terrestre illuminato, sì che alla quadratura ne scuopre la metà giusto, sì come noi di lei veggiamo altrettanto; continuando poi di venir verso la congiunzione, scuopre successivamente parte maggiore della superficie illuminata, e finalmente nella congiunzione vede l'intero emisferio tutto luminoso. Ed in somma comprendo benissimo che quello che accade a gli abitatori della Terra, nel veder le varietà della Luna, accaderebbe a chi fusse nella Luna nel veder la Terra, ma con ordine contrario: cioè che quando la Luna è a noi piena ed all'opposizion del Sole, a loro la Terra sarebbe alla congiunzion col Sole e del tutto oscura ed invisibile; all'incontro, quello stato che a noi è congiunzion della Luna col Sole, è però Luna silente e non veduta, là sarebbe opposizion della Terra al Sole, e per così dire Terra piena, cioè tutta luminosa; e finalmente quanta parte a noi, di tempo in tempo, si mostra della superficie lunare illuminata, tanto dalla Luna si vedrebbe esser nell'istesso tempo la parte della Terra oscura, e quanto a noi resta della Luna privo di lume, tanto alla Luna è l'illuminato della Terra; sì che solo nelle quadrature questi veggono mezo cerchio della Luna luminoso, e quelli altrettanto della Terra. In una cosa mi par che dif-

feriscano queste scambievoli operazioni: ed è che, dato e non concesso che nella Luna fusse chi di là potesse rimirar la Terra, vedrebbe ogni giorno tutta la superficie terrestre, mediante il moto di essa Luna intorno alla Terra in ventiquattro o venticinque ore; ma noi non veggiamo mai altro che la metà della Luna, poiché ella non si rivolge in se stessa, come bisognerebbe per potercisi tutta mostrare.

Sal. Purché questo non accaggia per il contrario, cioè che il rigirarsi ella in se stessa sia cagione che noi non veggiamo mai l'altra metà; ché così sarebbe necessario che fusse, quando ella avesse l'epiciclo. Ma dove lasciate voi un'altra differenza, in contraccambio di questa avvertita da voi?

Sagr. E qual è? ché altra per ora non mi vien in mente.

Sal. È che, se la Terra (come bene avete notato) non vede altro che la metà della Luna, dove che dalla Luna vien vista tutta la Terra, all'incontro tutta la Terra vede la Luna, ma della Luna solo la metà vede la Terra; perché gli abitatori, per così dire, dell'emisfero superiore della Luna, che a noi è invisibile, son privi della vista della Terra, e questi son forse gli antictoni. Ma qui mi sovvien ora d'un particolare accidente, nuovamente osservato dal nostro Accademico nella Luna, per il quale si raccolgono due conseguenze necessarie: l'una è, che noi veggiamo qualche cosa di più della metà della Luna, e l'altra è, che il moto della Luna ha giustamente relazione al centro della Terra: e l'accidente e l'osservazione è tale. Quando la Luna abbia una corrispondenza e natural simpatia con la Terra, verso la quale con una tal sua determinata parte ella riguardi, è necessario che la linea retta che congiugne i lor centri passi sempre per l'istesso punto della superficie della Luna, tal che quello che dal centro della Terra la rimirasse, vedrebbe sempre l'istesso disco della Luna, puntualmente terminato da una medesima circonferenza: ma di uno costituito sopra la superficie terrestre, il raggio che dall'occhio suo andasse sino al centro del globo lunare non passerebbe per l'istesso punto della superficie di quella per il quale passa la linea tirata dal centro della Terra a quel della Luna, se non

quando ella gli fusse verticale; ma posta la Luna in oriente o in occidente, il punto dell'incidenza del raggio visuale resta superiore a quel della linea che congiugne i centri, e però si scuopre qualche parte dell'emisferio lunare verso la circonferenza di sopra, e si nasconde altrettanto dalla parte di sotto; si scuopre, dico, e si nasconde rispetto all'emisfero che si vedrebbe dal vero centro della Terra: e perché la parte della circonferenza della Luna che è superiore nel nascere, è inferiore nel tramontare, però assai notabile dovrà farsi la differenza dell'aspetto di esse parti superiore e inferiore, scoprendosi ora, ed ora ascondendosi, nelle macchie o altre cose notabili di esse parti. Una simil variazione dovrebbe scorgersi ancora verso l'estremità boreale ed australe del medesimo disco, secondo che la Luna si trova in questo o in quel ventre del suo dragone; perché, quando ella è settentrionale, alcuna delle sue parti verso settentrione ci si nasconde, e si scuopre delle australi, e per l'opposito. Ora, che queste conseguenze si verifichino in fatto, il telescopio ce ne rende certi. Imperocché sono nella Luna due macchie particolari, una delle quali, quando la Luna è nel meridiano, guarda verso maestro, e l'altra gli è quasi diametralmente opposta, e la prima è visibile anco senza il telescopio, ma non già l'altra: è la maestrale una macchietta ovata, divisa dall'altre grandissime; l'opposta è minore, e parimente separata dalle grandissime, e situata in campo assai chiaro: in amendue queste si osservano molto manifestamente le variazioni già dette, e veggonsi contrariamente l'una dall'altra, ora vicine al limbo del disco lunare, ed ora allontanate, con differenza tale, che l'intervallo tra la maestrale e la circonferenza del disco è più che il doppio maggiore una volta che l'altra; e quanto all'altra macchia (perché l'è più vicina alla circonferenza), tal mutazione importa più che il triplo da una volta all'altra. Di qui è manifesto, la Luna, come allettata da virtù magnetica, constantemente riguardare con una sua faccia il globo terrestre, né da quello divertir mai.

Sagr. E quando si ha a por termine alle nuove osservazioni e scoprimenti di questo ammirabile strumento?

Sal. Se i progressi di questa son per andar secondo quelli di altre invenzioni grandi, è da sperare che col progresso del tempo si sia per arrivar a veder cose a noi per ora inimmaginabili. Ma tornando al nostro primo discorso, dico, per la sesta congruenza tra la Luna e la Terra, che, sì come la Luna gran parte del tempo supplisce al mancamento del lume del Sole e ci rende, con la reflessione del suo, le notti assai chiare, così la Terra ad essa in ricompensa rende, quando ella n'è più bisognosa, col refletterle i raggi solari, una molto gagliarda illuminazione, e tanto, per mio parere, maggior di quella che a noi vien da lei, quanto la superficie della Terra è più grande di quella della Luna.

Sagr. Non più, non più, signor Salviati; lasciatemi il gusto di mostrarvi come a questo primo cenno ho penetrato la causa di un accidente al quale mille volte ho pensato, né mai l'ho potuto penetrare. Voi volete dire che certa luce abbagliata che si vede nella Luna, massimamente quando l'è falcata, viene dal reflesso del lume del Sole nella superficie della terra e del mare: e più si vede tal lume chiaro, quanto la falce è più sottile [57], perché allora maggiore è la parte luminosa della Terra che dalla Luna è veduta, conforme a quello che poco fa si concluse, cioè che sempre tanta è la parte luminosa della Terra che si mostra alla Luna, quanta l'oscura della Luna che guarda verso la Terra; onde quando la Luna è sottilmente falcata, ed in conseguenza grande è la sua parte tenebrosa, grande è la parte luminosa della Terra, veduta dalla Luna, e tanto più potente la reflession del lume.

Sal. Questo è puntualmente quello ch'io voleva dire. In somma, gran dolcezza è il parlar con persone giudiziose e di buona apprensiva, e massime quando altri va passeggiando e discorrendo tra i veri. Io mi son più volte incontrato in cervelli tanto duri, che, per mille volte che io abbia loro

[57] Sul fenomeno della « luce cinerea » si veda, oltre al *Sidereus nuncius*, la lettera al principe Leopoldo di Toscana del 31 marzo 1640 (VIII, pp. 489-542).

replicato questo che voi avete subito per voi medesimo penetrato, mai non è stato possibile che e' l'apprendano.

Simpl. Se voi volete dire di non averlo potuto persuadere loro sì che e' l'intendino, io molto me ne maraviglio, e son sicuro che non l'intendendo dalla vostra esplicazione, non l'intenderanno forse per quella di altri, parendomi la vostra espressiva molto chiara; ma se voi intendete di non gli aver persuasi sì che e' lo credano, di questo non mi maraviglio punto, perché io stesso confesso di esser un di quelli che intendono i vostri discorsi, ma non vi si quietano, anzi mi restano, in questa e in parte dell'altre sei congruenze, molte difficultà, le quali promoverò quando avrete finito di raccontarle tutte.

Sal. Il desiderio che ho di ritrovar qualche verità, nel quale acquisto assai mi possono aiutare le obbiezioni di uomini intelligenti, qual sete voi, mi farà esser brevissimo nello spedirmi da quel che ci resta. Sia dunque la settima congruenza il rispondersi reciprocamente non meno alle offese che a i favori: onde la Luna, che bene spesso nel colmo della sua illuminazione, per l'interposizion della Terra tra sé e il Sole, vien privata di luce ed eclissata, così essa ancora, per suo riscatto, si interpone tra la Terra e il Sole, e con l'ombra sua oscura la Terra; e se ben la vendetta non è pari all'offesa, perché bene spesso la Luna rimane, ed anco per assai lungo tempo, immersa totalmente nell'ombra della Terra, ma non già mai tutta la Terra, né per lungo spazio di tempo, resta oscurata dalla Luna, tuttavia, avendosi riguardo alla picciolezza del corpo di questa in comparazion della grandezza di quello, non si può dir se non che il valore, in un certo modo, dell'animo sia grandissimo. Questo è quanto alle congruenze. Seguirebbe ora il discorrer circa le disparità; ma perché il signor Simplicio ci vuol favorire de i dubbi contro di quelle, sarà bene sentirgli e ponderargli, prima che passare avanti.

Sagr. Sì, perché è credibile che il signor Simplicio non sia per aver repugnanze intorno alle disparità e differenze tra la Terra e la Luna, già che egli stima le lor sustanze diversissime.

Simpl. Delle congruenze recitate da voi nel far parallelo tra la Terra e la Luna, non sento di poter ammetter senza repugnanza se non la prima e due altre. Ammetto la prima, cioè la figura sferica, se bene anco in questa vi è non so che, stimando io quella della Luna esser pulitissima e tersa come uno specchio, dove che questa della Terra tocchiamo con mano esser scabrosissima ed aspra; ma questa, attenente all'inegualità della superficie, va considerata in un'altra delle congruenze arrecate da voi; però mi riserbo a dirne quanto mi occorre nella considerazione di quella. Che la Luna sia poi, come voi dite nella seconda congruenza, opaca ed oscura per se stessa, come la Terra, io non ammetto se non il primo attributo della opacità, del che mi assicurano gli eclissi solari; ché quando la Luna fusse trasparente, l'aria nella totale oscurazione del Sole non resterebbe così tenebrosa come ella resta, ma per la trasparenza del corpo lunare trapasserebbe una luce refratta, come veggiamo farsi per le più dense nugole. Ma quanto all'oscurità, io non credo che la Luna sia del tutto priva di luce, come la Terra, anzi quella chiarezza che si scorge nel resto del suo disco, oltre alle sottili corna illustrate dal Sole, reputo che sia suo proprio e natural lume, e non un reflesso della Terra, la quale io stimo impotente, per la sua somma asprezza ed oscurità, a reflettere i raggi del Sole. Nel terzo parallelo convengo con voi in una parte, e nell'altra dissento; convengo nel giudicar il corpo della Luna solidissimo e duro, come la Terra, anzi più assai, perché se da Aristotile noi caviamo che il cielo sia di durezza impenetrabile, e le stelle parti più dense del cielo, è ben necessario che le siano saldissime ed impenetrabilissime.

Sagr. Che bella materia sarebbe quella del cielo per fabbricar palazzi, chi ne potesse avere, così dura e tanto trasparente!

Sal. Anzi pessima, perché sendo, per la somma trasparenza, del tutto invisibile, non si potrebbe, senza gran pericolo di urtar negli stipiti e spezzarsi il capo, camminar per le stanze.

Sagr. Cotesto pericolo non si correrebbe egli, se è vero, come dicono alcuni Peripatetici, che la sia intangibile; e se la non si può toccare, molto meno si potrebbe urtare.

Sal. Di niuno sollevamento sarebbe cotesto; conciosiaché, se ben la materia celeste non può esser toccata, perché manca delle tangibili qualità, può ben ella toccare i corpi elementari; e per offenderci, tanto è che ella urti in noi, ed ancor peggio, che se noi urtassimo in lei. Ma lasciamo star questi palazzi o per dir meglio castelli in aria, e non impediamo il signor Simplicio.

Simpl. La quistione che voi avete così incidentemente promossa, è delle difficili che si trattino in filosofia, ed io ci ho intorno di bellissimi pensieri di un gran cattedrante di Padova [58]; ma non è tempo di entrarvi adesso. Però, tornando al nostro proposito, replico che stimo la Luna solidissima più della Terra, ma non l'argomento già, come fate voi, dalla asprezza e scabrosità della sua superficie, anzi dal contrario, cioè dall'essere atta a ricevere (come veggiamo tra noi nelle gemme più dure) un pulimento e lustro superiore a qual si sia specchio più terso; ché tale è necessario che sia la sua superficie, per poterci fare sì viva reflessione de' raggi del Sole. Quelle apparenze poi che voi dite, di monti, di scogli, di argini, di valli, etc., son tutte illusioni; ed io mi sono ritrovato a sentire in publiche dispute sostener gagliardamente, contro a questi introduttori di novità, che tali apparenze non da altro provengono che da parti inegualmente opache e perspicue, delle quali interiormente ed esteriormente è composta la Luna, come spesso veggiamo accadere nel cristallo, nell'ambra ed in molte pietre preziose perfettamente lustrate, dove, per la opacità di alcune parti e per la trasparenza di altre, appariscono in quelle varie

[58] Nella lettera citata a Leopoldo di Toscana del 1640 sul candore lunare, Galilei polemizzerà garbatamente col peripatetico Fortunio Liceti (1577-1657), professore di filosofia a Bologna e poi a Padova, il quale aveva pubblicato un trattato dal titolo *Litheosphorus*, in cui, parlando della « pietra lucifera di Bologna », che in virtù del solfato di bario contenuto emetteva se esposta al sole una incerta luce fosforescente, aveva criticato la teoria della luce cinerea.

concavità e prominenze. Nella quarta congruenza concedo che la superficie del globo terrestre, veduto di lontano, farebbe due diverse apparenze, cioè una più chiara e l'altra più oscura, ma stimo che tali diversità accaderebbono al contrario di quel che dite voi; cioè credo che la superficie dell'acqua apparirebbe lucida, perché è liscia e trasparente, e quella della terra resterebbe oscura per la sua opacità e scabrosità, male accomodata a riverberare il lume del Sole [59]. Circa il quinto riscontro, lo ammetto tutto, e resto capace che quando la Terra risplendesse come la Luna si mostrerebbe, a chi di lassù la rimirasse, sotto figure conformi a quelle che noi veggiamo nella Luna; comprendo anco come il periodo della sua illuminazione e variazione di figure sarebbe di un mese, benché il Sole la ricerchi tutta in ventiquattr'ore; e finalmente non ho difficultà nell'ammettere che la metà sola della Luna vede tutta la Terra, e che tutta la Terra vede solo la metà della Luna. Nel sesto, reputo falsissimo che la Luna possa ricever lume dalla Terra, che è oscurissima, opaca ed inettissima a reflettere il lume del Sole, come ben lo reflette la Luna a noi; e, come ho detto, stimo che quel lume che si vede nel resto della faccia della Luna, oltre alle corna splendidissime per l'illuminazion del Sole, sia proprio e naturale della Luna, e gran cosa ci vorrebbe a farmi credere altrimenti. Il settimo, de gli eclissi scambievoli, si può anco ammettere, se ben propriamente si costuma chiamare eclisse del Sole questo che voi volete chiamare eclisse della Terra. E questo è quanto per ora occorre dirvi in contradizione alle sette congruenze; alle quali instanze se vi piacerà di replicare alcuna cosa, l'ascolterò volentieri.

Sal. Se io ho bene appreso quanto avete risposto, parmi che tra voi e noi restino ancora controverse alcune condizioni, le quali io faceva comuni alla Luna ed alla Terra; e son queste. Voi stimate la Luna tersa e liscia com'uno specchio, e, come tale, atta a refletterci il lume del Sole, ed

[59] Già Leonardo da Vinci aveva sostenuto questa teoria che Galilei, attribuendola al peripatetico Simplicio, potrà poi dimostrare infondata.

all'incontro la Terra, per la sua asprezza, non potente a far simile reflessione. Concedete la Luna solida e dura, e ciò argumentate dall'esser ella pulita e tersa, e non dall'esser montuosa; e dell'apparir montuosa ne assegnate per causa l'essere di parti più e meno opache e perspicue. E finalmente stimate, quella luce secondaria esser propria della Luna, e non per reflession della Terra; se ben par che al mare, per esser di superficie pulita, voi non neghiate qualche reflessione. Quanto al torvi di errore, che la reflession della Luna non si faccia come da uno specchio, ci ho poca speranza, mentre veggo che quello che in tal proposito si legge nel *Saggiatore* e nelle *Lettere Solari* del nostro amico comune non ha profittato nulla nel vostro concetto, se però voi avete attentamente letto quanto vi è scritto in tal materia.

Simpl. Io l'ho trascorso così superficialmente, conforme al poco tempo che mi vien lasciato ozioso da studi più sodi: però, se col replicare alcune di quelle ragioni o coll'addurne altre voi pensate risolvermi le difficultà, le ascolterò più attentamente.

Sal. Io dirò quello che mi viene in mente al presente, e potrebb'essere che fusse una mistione di concetti miei propri e di quelli che già lessi ne i detti libri, da i quali mi sovvien bene ch'io restai interamente persuaso, ancorché le conclusioni nel primo aspetto mi paresser gran paradossi. Noi cerchiamo, signor Simplicio, se per fare una reflession di lume simile a quello che ci vien dalla Luna, sia necessario che la superficie da cui vien la reflessione sia così tersa e liscia come di uno specchio, o pur sia più accomodata una superficie non tersa e non liscia, ma aspra e mal pulita. Ora quando a noi venisser due reflessioni, una più lucida e l'altra meno, da due superficie oppposteci, io vi domando, qual delle due superficie voi credete che si rappresentasse a gli occhi nostri più chiara e qual più oscura.

Simpl. Credo senza dubbio che quella che più vivamente mi reflettesse il lume, mi si mostrerebbe in aspetto più chiara, e l'altra più oscura.

Sal. Pigliate ora in cortesia quello specchio che è attaccato a quel muro, ed usciamo qua nella corte. Venite, signor

Sagredo. Attaccate lo specchio là a quel muro, dove batte il Sole; discostiamoci e ritiriamoci qua all'ombra. Ecco là due superficie percosse dal Sole, cioè il muro e lo specchio. Ditemi ora qual vi si rappresenta più chiara: quella del muro o quella dello specchio? voi non rispondete?

Sagr. Io lascio rispondere al signor Simplicio, che ha la difficultà; ché io, quanto a me, da questo poco principio di esperienza son persuaso che bisogni per necessità che la Luna sia di superficie molto mal pulita.

Sal. Dite, signor Simplicio: se voi aveste a ritrar quel muro, con quello specchio attaccatovi, dove adoprereste voi colori più oscuri, nel dipignere il muro o pur nel dipigner lo specchio?

Simpl. Assai più scuri nel dipigner lo specchio.

Sal. Or se dalla superficie che si rappresenta più chiara vien la reflession del lume più potente, più vivamente ci refletterà i raggi del Sole il muro che lo specchio.

Simpl. Benissimo, signor mio; avete voi migliori esperienze di queste? Voi ci avete posti in luogo dove non batte il reverbero dello specchio; ma venite meco un poco più in qua: no, venite pure.

Sagr. Cercate voi forse il luogo della reflessione che fa lo specchio?

Simpl. Signor sì.

Sagr. Oh vedetela là nel muro opposto, grande giusto quanto lo specchio, e chiara poco meno che se vi battesse il Sole direttamente.

Simpl. Venite dunque qua, e guardate di lì la superficie dello specchio, e sappiatemi dire se l'è più scura di quella del muro.

Sagr. Guardatela pur voi, ché io per ancora non voglio accecare; e so benissimo, senza guardarla, che la si mostra vivace e chiara quanto il Sole istesso, o poco meno.

Simpl. Che dite voi dunque che la reflession di uno specchio sia men potente di quella di un muro? io veggo che in questo muro opposto, dove arriva il reflesso dell'altra parete illuminata insieme con quel dello specchio, questo dello specchio è assai più chiaro; e veggio parimente che di qui

lo specchio medesimo mi apparisce più chiaro assai che il muro.

Sal. Voi con la vostra accortezza mi avete prevenuto, perché di questa medesima osservazione avevo bisogno per dichiarar quel che resta. Voi vedete dunque la differenza che cade tra le due reflessioni, fatte dalle due superficie del muro e dello specchio, percosse nell'istesso modo per l'appunto da i raggi solari; e vedete come la reflession che vien dal muro si diffonde verso tutte le parti oppostelì, ma quella dello specchio va verso una parte sola, non punto maggiore dello specchio medesimo; vedete parimente come la superficie del muro, riguardata da qualsivoglia luogo, si mostra chiara sempre egualmente a se stessa, e per tutto assai più chiara che quella dello specchio, eccettuatone quel piccolo luogo solamente dove batte il reflesso dello specchio, ché di lì apparisce lo specchio molto più chiaro del muro. Da queste così sensate e palpabili esperienze mi par che molto speditamente si possa venire in cognizione, se la reflessione che ci vien dalla Luna venga come da uno specchio, o pur come da un muro, cioè se da una superficie liscia o pure aspra.

Sagr. Se io fussi nella Luna stessa, non credo che io potessi con mano toccar più chiaramente l'asprezza della sua superficie di quel ch'io me la scorga ora con l'apprensione del discorso. La Luna, veduta in qualsivoglia positura, rispetto al Sole e a noi, ci mostra la sua superficie tocca dal Sole sempre egualmente chiara; effetto che risponde a capello a quel del muro, che, riguardato da qualsivoglia luogo, apparisce egualmente chiaro, e discorda dallo specchio, che da un luogo solo si mostra luminoso e da tutti gli altri oscuro. In oltre, la luce che mi vien dalla reflession del muro è tollerabile e debile, in comparazion di quella dello specchio gagliardissima ed offensiva alla vista poco meno della primaria e diretta del Sole: e così con suavità riguardiamo la faccia della Luna; che quando ella fusse come uno specchio, mostrandocisi anco, per la vicinità, grande quanto l'istesso Sole, sarebbe il suo fulgore assolu-

tamente intollerabile, e ci parrebbe di riguardare quasi un altro Sole.

Sal. Non attribuite di grazia, signor Sagredo, alla mia dimostrazione più di quello che le si perviene. Io voglio muovervi contro un'instanza, che non so quanto sia di agevole scioglimento. Voi portate per gran diversità tra la Luna e lo specchio, che ella rimandi la reflessione verso tutte le parti egualmente, come fa il muro, dove che lo specchio la manda in un luogo solo determinato; e di qui concludete, la Luna esser simile al muro, e non allo specchio. Ma io vi dico che quello specchio manda la reflessione in un luogo solo, perché la sua superficie è piana, e dovendo i raggi reflessi partirsi ad angoli eguali a quelli de' raggi incidenti, è forza che da una superficie piana si partano unitamente verso il medesimo luogo; ma essendo che la superficie della Luna è non piana, ma sferica, ed i raggi incidenti sopra una tal superficie trovano da reflettersi ad angoli eguali a quelli dell'incidenza verso tutte le parti, mediante la infinità delle inclinazioni che compongono la superficie sferica, adunque la Luna può mandar la reflessione per tutto, e non è necessitata a mandarla in un luogo solo, come quello specchio che è piano.

Simpl. Questa è appunto una delle obbiezioni che io volevo fargli contro.

Sagr. Se questa è una, è forza che voi ne abbiate delle altre; però ditele, ché quanto a questa prima mi par che ella sia per riuscire più contro di voi che in favore.

Simpl. Voi avete pronunziato come cosa manifesta, che la reflession fatta da quel muro sia così chiara ed illuminante come quella che ci vien dalla Luna, ed io la stimo come nulla in comparazion di quella: imperocché « in questo negozio dell'illuminazione bisogna aver riguardo e distinguere la sfera di attività; e chi dubita che i corpi celesti abbiano maggiore sfera di attività che questi nostri elementari, caduchi e mortali? e quel muro, finalmente, che è egli altro che un poco di terra, oscura ed inetta all'illuminare? »

Sagr. E qui ancora credo che voi vi inganniate di assai. Ma vengo alla prima instanza mossa dal signor Salviati: e

considero che per far che un oggetto ci apparisca luminoso, non basta che sopra esso caschino i raggi del corpo illuminante, ma ci bisogna che i raggi reflessi vengano all'occhio nostro; come apertamente si vede nell'esempio di quello specchio, sopra il quale non ha dubbio che vengono i raggi luminosi del Sole, con tutto ciò ei non ci si mostra chiaro ed illustrato se non quando noi mettiamo l'occhio in quel luogo particulare dove va la reflessione. Consideriamo adesso quel che accaderebbe quando lo specchio fusse di superficie sferica: ché senz'altro noi troveremo che della reflessione che si fa da tutta la superficie illuminata, piccolissima parte è quella che perviene all'occhio di un particolar riguardante, per esser una minimissima particella di tutta la superficie sferica quella l'inclinazion della quale ripercuote il raggio al luogo particolare dell'occhio; onde minima convien che sia la parte della superficie sferica che all'occhio si mostra splendente, rappresentandosi tutto il rimanente oscuro. Quando dunque la Luna fusse tersa come uno specchio, piccolissima parte si mostrerebbe a gli occhi di un particulare illustrata dal Sole, ancorché tutto un emisferio fusse esposto a' raggi solari, ed il resto rimarrebbe all'occhio del riguardante come non illuminato e perciò invisibile, e finalmente invisibile ancora del tutto la Luna, avvenga che quella particella onde venisse la riflessione, per la sua piccolezza e gran lontananza si perderebbe; e sì come all'occhio ella resterebbe invisibile, così la sua illuminazione resterebbe nulla, ché bene è impossibile che un corpo luminoso togliesse via le nostre tenebre col suo splendore e che noi non lo vedessimo.

Sal. Fermate in grazia, signor Sagredo, perché io veggo alcuni movimenti nel viso e nella persona del signor Simplicio, che mi sono indizi ch'ei non resti o ben capace o soddisfatto di questo che voi con somma evidenza ed assoluta verità avete detto; e pur ora mi è sovvenuto di potergli con altra esperienza rimuovere ogni scrupolo. Io ho veduto in una camera di sopra un grande specchio sferico: facciamolo portar qua, e mentre che si conduce, torni il signor Simplicio a considerare quanta è grande la chiarezza che

vien nella parete qui sotto la loggia dal reflesso dello specchio piano.

Simpl. Io veggo che l'è chiara poco meno che se vi percotesse direttamente il Sole.

Sal. Così è veramente. Or ditemi: se, levando via quel piccolo specchio piano, metteremo nell'istesso luogo quel grande sferico, qual effetto credete voi che sia per far la sua reflessione nella medesima parete?

Simpl. Credo che gli arrecherà lume molto maggiore e molto più amplo.

Sal. Ma se l'illuminazione sarà nulla, o così piccola che appena ve ne accorgiate, che direte allora?

Simpl. Quando avrò visto l'effetto, penserò alla risposta.

Sal. Ecco lo specchio, il quale voglio che sia posto accanto all'altro. Ma prima andiamo là vicino al reflesso di quel piano, e rimirate attentamente la sua chiarezza: vedete come è chiaro qui dove e' batte, e come distintamente si veggono tutte queste minuzie del muro.

Simpl. Ho visto e osservato benissimo: fate metter l'altro specchio a canto al primo.

Sal. Eccolo là. Vi fu messo subito che cominciaste a guardare le minuzie, e non ve ne sete accorto, sì grande è stato l'accrescimento del lume nel resto della parete. Or tolgasi via lo specchio piano. Eccovi levata via ogni reflessione, ancorché vi sia rimasto il grande specchio convesso. Rimuovasi questo ancora, e poi vi si riponga quanto vi piace: voi non vedrete mutazione alcuna di luce in tutto il muro. Eccovi dunque mostrato al senso come la reflessione del Sole fatta in ispecchio sferico convesso non illumina sensibilmente i luoghi circonvicini. Ora che risponderete voi a questa esperienza?

Simpl. Io ho paura che qui non entri qualche giuoco di mano. Io veggo pure, nel riguardar quello specchio, uscire un grande splendore, che quasi mi toglie la vista, e, quel che più importa, ve lo veggo sempre da qualsivoglia luogo ch'io lo rimiri, e veggolo andar mutando sito sopra la superficie dello specchio, secondo ch'io mi pongo a rimirarlo in questo o in quel luogo: argomento necessario, che il lume

si reflette vivo assai verso tutte le bande, ed in conseguenza così potente sopra tutta quella parete come sopra il mio occhio.

Sal. Or vedete quanto bisogni andar cauto e riservato nel prestare assenso a quello che il solo discorso ci rappresenta. Non ha dubbio che questo che voi dite ha assai dell'apparente; tuttavia potete vedere come la sensata esperienza mostra in contrario.

Simpl. Come dunque cammina questo negozio?

Sal. Io vi dirò quel che ne sento, che non so quanto vi sia per appagare. E prima, quello splendore così vivo che voi vedete sopra lo specchio, e che vi par che ne occupi assai buona parte, non è così grande a gran pezzo, anzi è piccolo assai assai; ma la sua vivezza cagiona nell'occhio vostro, mediante la reflessione fatta nell'umido de gli orli delle palpebre, la quale si distende sopra la pupilla, una irradiazione avventizia, simile a quel capillizio che ci par di vedere intorno alla fiammella di una candela posta alquanto lontana, o vogliate assimigliarla allo splendore avventizio di una stella; che se voi paragonerete il piccolo corpicello, verbigrazia, della Canicola, veduto di giorno col telescopio, quando si vede senza irradiazione, col medesimo veduto di notte coll'occhio libero, voi fuor di ogni dubbio comprenderete che l'irraggiato si mostra più di mille volte maggiore del nudo e real corpicello; ed un simile o maggior ricrescimento fa l'immagine del Sole che voi vedete in quello specchio; dico maggiore, per esser ella più viva della stella, come è manifesto dal potersi rimirar la stella con assai minor offesa alla vista, che questa reflession dello specchio. Il reverbero dunque, che si ha da participare sopra tutta questa parete, viene da piccola parte di quello specchio; e quello che pur ora veniva da tutto lo specchio piano, si participava e ristrigneva a piccolissima parte della medesima parete: qual meraviglia è dunque che la reflessione prima illumini molto vivamente, e che quest'altra resti quasi impercettibile?

Simpl. Io mi trovo più inviluppato che mai, e mi sopraggiugne l'altra difficultà, come possa essere che quel muro,

essendo di materia così oscura e di superficie così mal pulita, abbia a ripercuoter lume più potente e vivace che uno specchio ben terso e pulito.

Sal. Più vivace no, ma ben più universale, ché, quanto alla vivezza, voi vedete che la reflessione di quello specchietto piano, dove ella ferisce là sotto la loggia, illumina gagliardamente, ed il restante della parete, che riceve la reflession del muro, dove è attaccato lo specchio, non è a gran segno illuminato come la piccola parte dove arriva il reflesso dello specchio. E se voi desiderate intender l'intero di questo negozio, considerate come l'esser la superficie di quel muro aspra, è l'istesso che l'esser composta di innumerabili superficie piccolissime, disposte secondo innumerabili diversità di inclinazioni, tra le quali di necessità accade che ne sieno molte disposte a mandare i raggi, reflessi da loro, in un tal luogo, molte altre in altro; ed in somma non è luogo alcuno al quale non arrivino moltissimi raggi reflessi da moltissime superficiette sparse per tutta l'intera superficie del corpo scabroso, sopra il quale cascano i raggi luminosi: dal che segue di necessità che sopra qualsivoglia parte di qualunque superficie opposta a quella che riceve i raggi primarii incidenti, pervengano raggi reflessi, ed in conseguenza l'illuminazione. Seguene ancora, che il medesimo corpo sul quale vengono i raggi illuminanti, rimirato da qualsivoglia luogo, si mostri tutto illuminato e chiaro: e però la Luna, per esser di superficie aspra e non tersa, rimanda la luce del Sole verso tutte le bande, ed a tutti i riguardanti si mostra egualmente lucida. Che se la superficie sua, essendo sferica, fusse ancora liscia come uno specchio, resterebbe del tutto invisibile, atteso che quella piccolissima parte dalla quale potesse venir reflessa l'immagine del Sole, all'occhio di un particolare, per la gran lontananza, resterebbe invisibile, come già abbiam detto.

Simpl. Resto assai ben capace del vostro discorso; tuttavia mi par di poter risolverlo con pochissima fatica, e mantener benissimo che la Luna sia rotonda e pulitissima e che refletta il lume del Sole a noi al modo di uno specchio: né perciò l'immagine del Sole si deve veder nel suo mezo;

avvengaché « non per le spezie dell'istesso Sole possa vedersi in sì gran distanza la piccola figura del Sole, ma sia compresa da noi per il lume prodotto dal Sole l'illuminazione di tutto il corpo lunare. Una tal cosa possiamo noi vedere in una piastra dorata e ben brunita, che, percossa da un corpo luminoso, si mostra, a chi la guarda da lontano, tutta risplendente; e solo da vicino si scorge nel mezo di essa la piccola immagine del corpo luminoso ».

Sal. Confessando ingenuamente la mia incapacità, dico che non intendo di questo vostro discorso altro che di quella piastra dorata; e se voi mi concedete il parlar liberamente, ho grande opinione che voi ancora non l'intendiate, ma abbiate imparate a mente quelle parole scritte da qualcuno per desiderio di contraddire e mostrarsi più intelligente dell'avversario, mostrarsi, però, a quelli che, per apparir eglino ancora intelligenti, applaudono a quello che e' non intendono, e maggior concetto si formano delle persone secondo che da loro son manco intese; e pur che lo scrittore stesso non sia (come molti ce ne sono) di quelli che scrivono quel che non intendono, e che però non s'intende quel che essi scrivono. Però, lasciando il resto, vi rispondo, quanto alla piastra dorata, che quando ella sia piana e non molto grande, potrà apparire da lontano tutta risplendente, mentre sia ferita da un lume gagliardo, ma però si vedrà tale quando l'occhio sia in una linea determinata, cioè in quella de i raggi reflessi; e vedrassi più fiammeggiante che se fusse, verbigrazia, d'argento, mediante l'esser colorata ed atta, per la somma densità del metallo, a ricevere brunimento perfettissimo: e quando la sua superficie, essendo benissimo lustrata, non fusse poi esattamente piana, ma avesse varie inclinazioni, allora anco da più luoghi si vedrebbe il suo splendore, cioè da tanti a quanti pervenissero le varie reflessioni fatte dalle diverse superficie; che però si lavorano i diamanti a molte facce, acciò il lor dilettevol fulgore si scorga da molti luoghi: ma quando la piastra fusse molto grande, non però da lontano, ancorché ella fusse tutta piana, si vedrebbe tutta risplendente. E per meglio dichiararmi, intendasi una piastra dorata piana e grandissima esposta al Sole: mostre-

rassi a un occhio lontano l'immagine del Sole occupare una parte di tal piastra solamente, cioè quella donde viene la reflessione de i raggi solari incidenti; ma è vero che per la vivacità del lume tal immagine apparirà inghirlandata di molti raggi, e però sembrerà occupare maggior parte assai della piastra che veramente ella non occuperà. E che ciò sia vero, notato il luogo particolare della piastra donde viene la reflessione, e figurato parimente quanto grande mi si rappresenta lo spazio risplendente, cuoprasi di esso spazio la maggior parte, lasciando solamente scoperto intorno al mezo: non però si diminuirà punto la grandezza dell'apparente splendore a quello che di lontano lo rimira, anzi si vedrà egli largamente sparso sopra il panno o altro con che si ricoperse. Se dunque alcuno col vedere una piccola piastra dorata da lontano tutta risplendente, si sarà immaginato che l'istesso dovesse accadere anco di piastre grandi quanto la Luna, si è ingannato non meno che se credesse, la Luna non esser maggiore di un fondo di tino. Quando poi la piastra fusse di superficie sferica, vedrebbesi in una sola sua particella il reflesso gagliardo, ma ben, mediante la vivezza, si mostrerebbe inghirlandato di molti raggi assai vibranti: il resto della palla si vedrebbe come colorato, e questo anco solamente quando e' non fusse in sommo grado pulito; ché quando e' fusse brunito perfettamente, apparirebbe oscuro. Esempio di questo aviamo giornalmente avanti gli occhi ne i vasi d'argento, li quali, mentre sono solamente bolliti nel bianchimento, son tutti candidi come la neve, né punto rendono l'immagini; ma se in alcuna parte si bruniscono, in quella subito diventano oscuri, e di lì rendono l'immagini come specchi: e quel divenire oscuro non procede da altro che dall'essersi spianata una finissima grana che faceva la superficie dell'argento scabrosa, e però tale che rifletteva il lume verso tutte le parti, per lo che da tutti i luoghi si mostrava egualmente illuminata; quando poi, col brunirla, si spianano esquisitamente quelle minime inegualità, sì che la reflessione de i raggi incidenti si drizza tutta in luogo determinato, allora da quel tal luogo si mostra la parte brunita assai più chiara e lucida del restante, che è

solamente bianchito, ma da tutti gli altri luoghi si vede molto oscura. È noto che la diversità delle vedute, nel rimirar superficie brunite, cagiona differenze tali di apparenze, che per imitare e rappresentare in pittura, verbigrazia, una corazza brunita, bisogna accoppiare neri schietti e bianchi, l'uno a canto all'altro, in parti di essa arme dove il lume cade egualmente.

Sagr. Adunque, quando questi Signori filosofi si contentassero di conceder che la Luna, Venere e gli altri pianeti fussero di superficie non così lustra e tersa come uno specchio, ma un capello manco, cioè quale è una piastra di argento bianchita solamente, ma non brunita, questo basterebbe a poterla far visibile ed accomodata a ripercuoterci il lume del Sole?

Sal. Basterebbe in parte; ma non renderebbe un lume così potente, come fa essendo montuosa ed in somma piena di eminenze e cavità grandi. Ma questi Signori filosofi non la concederanno mai pulita meno di uno specchio, ma bene assai più, se più si può immaginare, perché stimando eglino che a' corpi perfettissimi si convengano figure perfettissime, bisogna che la sfericità di quei globi celesti sia assolutissima; oltre che, quando e' mi concedessero qualche inegualità, ancorché minima, io me ne prenderei senza scrupolo alcuno altra assai maggiore, perché consistendo tal perfezione in indivisibili, tanto la guasta un capello quanto una montagna.

Sagr. Qui mi nascono due dubbi: l'uno è l'intendere, perché la maggior inegualità di superficie abbia a far più potente reflession di lume; l'altro è, perché questi Signori Peripatetici voglian questa esatta figura.

Sal. Al primo risponderò io, ed al signor Simplicio lascerò la cura di rispondere al secondo. Devesi dunque avvertire che le medesime superficie vengono dal medesimo lume più e meno illuminate, secondoché i raggi illuminanti vi cascano sopra più o meno obliquamente, sì che la massima illuminazione è dove i raggi son perpendicolari. Ed ecco ch'io ve lo mostro al senso. Io piego questo foglio tanto che una parte faccia angolo sopra l'altra; ed esponendole alla refles-

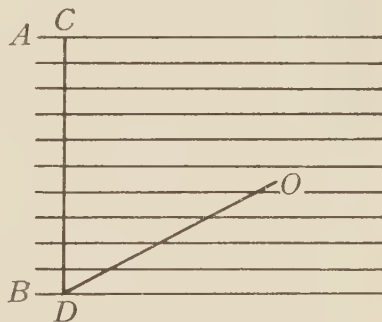
sion del lume di quel muro opposto, vedete come questa faccia, che riceve i raggi obliquamente, è manco chiara di quest'altra, dove la reflessione viene ad angoli retti; e notate come secondo che io gli vo ricevendo più e più obliquamente, l'illuminazione si fa più debole.

Sagr. Veggo l'effetto, ma non comprendo la causa.

Sal. Se voi ci pensaste un centesimo d'ora, la trovereste; ma per non consumare il tempo, eccovene un poco di dimostrazione in questa figura.

Sagr. La sola vista della figura mi ha chiarito il tutto, però seguite.

Simpl. Dite in grazia il resto a me, che non sono di sì veloce apprensiva.

Sal. Fate conto che tutte le linee parallele che voi vedete partirsi da i termini *A*, *B* sieno i raggi che sopra la linea *C D* vengono ad angoli retti: inclinate ora la medesima *C D*, sì che penda come *D O*; non vedete voi che buona parte di quei raggi che ferivano la *C D*, passano senza toccar la *D O*? Adunque se la *D O* è illuminata da manco raggi, è ben ragionevole che il lume ricevuto da lei sia più debole. Torniamo ora alla Luna, la quale, essendo di figura sferica, quando la sua superficie fusse pulita quanto questa carta, le parti del suo emisferio illuminato dal Sole che sono verso l'estremità, riceverebbero minor lume assaissimo che le parti di mezo, cadendo sopra quelle i raggi obliquissimi, e sopra queste ad angoli retti; per lo che nel plenilunio, quando noi veggiamo quasi tutto l'emisferio illuminato, le parti verso il mezo ci si dovrebbero mostrare più risplendenti, che l'altre verso la circonferenza: il che non si vede. Figuratevi ora la faccia della Luna piena di montagne ben alte: non vedete voi come le piagge e i dorsi loro, elevandosi sopra la convessità della perfetta superficie sferica, vengono esposti alla vista del Sole, ed accomodati a ricevere i raggi, assai meno obliquamente, e perciò a mostrarsi illuminati quanto il resto?

Sagr. Tutto bene: ma se vi sono tali montagne, è vero che il sole le ferirà assai più direttamente che non farebbe l'inclinazione di una superficie pulita, ma è anco vero che tra esse montagne resterebbero tutte le valli oscure, mediante l'ombre grandissime che in quel tempo verrebber da i monti; dove che le parti di mezo, benché piene di valli e monti, mediante l'avere il Sole elevato, rimarrebbero senz'ombre, e però più lucide assai che le parti estreme, sparse non men di ombre che di lume: e pur tuttavia non si vede tal differenza.

Simpl. Una simil difficultà mi si andava avvolgendo per la fantasia.

Sal. Quanto è più pronto il signor Simplicio a penetrar le difficultà che favoriscono le opinioni d'Aristotile, che le soluzioni! Ma io ho qualche sospetto che a bello studio e' voglia anco talvolta tacerle; e nel presente particulare, avendo da per sé potuto veder l'obbiezione, che pure è assai ingegnosa, non posso credere che e' non abbia ancora avvertita la risposta, ond'io voglio tentar di cavargliela (come si dice) di bocca. Però ditemi, signor Simplicio: credete voi che possa essere ombra dove feriscono i raggi del Sole?

Simpl. Credo, anzi son sicuro, che no, perché essendo egli il massimo luminare, che scaccia con i suoi raggi le tenebre, è impossibile che dove egli arriva resti tenebroso; e poi aviamo la definizione che « tenebræ sunt privatio luminis ».

Sal. Adunque il Sole, rimirando la Terra o la Luna o altro corpo opaco, non vede mai alcuna delle sue parti ombrose, non avendo altri occhi da vedere che i suoi raggi apportatori del lume; ed in conseguenza uno che fusse nel Sole, non vedrebbe mai niente di adombrato, imperocché i raggi suoi visivi anderebbero sempre in compagnia de i solari illuminanti.

Simpl. Questo è verissimo, senza contradizione alcuna.

Sal. Ma quando la Luna è all'opposizion del Sole, qual differenza è tra il viaggio che fanno i raggi della vostra vista, e quello che fanno i raggi del Sole?

Simpl. Ora ho inteso; voi volete dire che camminando i raggi della vista e quelli del Sole per le medesime linee, noi non possiamo scoprir alcuna delle valli ombrose della Luna. Di grazia, toglietevi giù di questa opinione, ch'io sia simulatore o dissimulatore; e vi giuro da gentiluomo che non avevo penetrata cotal risposta, né forse l'avrei ritrovata senza l'aiuto vostro o senza lungo pensarvi.

Sagr. La soluzione che fra tutti due avete addotta circa quest'ultima difficultà, ha veramente soddisfatto a me ancora; ma nel medesimo tempo questa considerazione del camminare i raggi della vista con quelli del Sole, mi ha destato un altro scrupolo circa l'altra parte: ma non so se io lo saprò spiegare, perché, essendomi nato di presente, non l'ho per ancora ordinato a modo mio; ma vedremo fra tutti di ridurlo a chiarezza. E' non è dubbio alcuno che le parti verso la circonferenza dell'emisferio pulito, ma non brunito, che sia illuminato dal Sole, ricevendo i raggi obliquamente, ne ricevono assai meno che le parti di mezo, le quali direttamente gli ricevono; e può essere che una striscia larga, verbigrazia, venti gradi, che sia verso l'estremità dell'emisferio, non riceva più raggi che un'altra verso le parti di mezo, larga non più di quattro gradi; onde quella veramente sarà assai più oscura di questa, e tale apparirà a chiunque le rimirasse amendue in faccia o vogliam dire in maestà. Ma quando l'occhio del riguardante fusse costituito in luogo tale che la larghezza de i venti gradi della striscia oscura se gli rappresentasse non più lunga d'una di quattro gradi posta sul mezo dell'emisferio, io non ho per l'impossibile che se gli potesse mostrare egualmente chiara e luminosa come l'altra, perché finalmente dentro a due angoli eguali, cioè di quattro gradi l'uno, vengono all'occhio le reflessioni di due eguali moltitudini di raggi, di quelli, cioè, che si reflettono dalla striscia di mezo, larga gradi quattro, e de i reflessi dall'altra di venti gradi, ma veduta in iscorcio sotto la quantità di gradi quattro: ed un sito tale otterrà l'occhio, quando e' sia collocato tra 'l detto emisfero e 'l corpo che l'illumina, perché allora la vista e i raggi vanno per le medesime linee. Par dunque che non sia im-

possibile che la Luna possa esser di superficie assai bene eguale, e che non dimeno nel plenilunio si mostri non men luminosa nell'estremità che nelle parti di mezo.

Sal. La dubitazione è ingegnosa e degna d'esser considerata: e comeché ella vi è nata pur ora improvisamente, io parimente risponderò quello che improvisamente mi cade in mente, e forse potrebb'essere che col pensarvi più mi sovvenisse miglior risposta. Ma prima che io produca altro in mezo, sarà bene che noi ci assicuriamo con l'esperienza se la vostra opposizione risponde così in fatto, come par che concluda in apparenza. E però, ripigliando la medesima carta, inclinandone, col piegarla, una piccola parte sopra il rimanente, proviamo se esponendola al lume, sì che sopra la minor parte caschino i raggi del lume direttamente, e sopra l'altra obliquamente, questa che riceve i raggi diretti si mostri più chiara; ed ecco già l'esperienza manifesta, che l'è notabilmente più luminosa. Ora, quando la vostra opposizione sia concludente, bisognerà che, abbassando noi l'occhio tanto che, rimirando l'altra maggior parte, meno illuminata, in iscorcio, ella ci apparisca non più larga dell'altra più illuminata, e che in conseguenza non sia veduta sotto maggior angolo che quella, bisognerà, dico, che il suo lume si accresca sì, che ci sembri così lucida come l'altra. Ecco che io la guardo, e la veggo sì obliquamente che la mi apparisce più stretta dell'altra; ma con tutto ciò la sua oscurità non mi si rischiara punto. Guardate ora se l'istesso accade a voi.

Sagr. Ho visto, né, perché io abbassi l'occhio, veggo punto illuminarsi o rischiararsi davvantaggio la detta superficie; anzi mi par più tosto che ella si imbrunisca.

Sal. Siamo dunque sin ora sicuri dell'inefficacia dell'opposizione. Quanto poi alla soluzione, credo che, per esser la superficie di questa carta poco meno che tersa, pochi sieno i raggi che si reflettano verso gl'incidenti, in comparazione della moltitudine che si reflette verso le parti opposte, e che di quei pochi se ne perdano sempre più quanto più si accostano i raggi visivi a essi raggi luminosi incidenti; e perché non i raggi incidenti, ma quelli che si reflettono all'occhio,

fanno apparir l'oggetto luminoso, però, nell'abbassar l'occhio, più è quello che si perde che quello che si acquista, come anco voi stesso dite apparirvi nel vedere il foglio più oscuro.

Sagr. Io dell'esperienza e della ragione mi appago. Resta ora che 'l signor Simplicio risponda all'altro mio quesito, dichiarandomi quali cose muovano i Peripatetici a voler questa rotondità ne i corpi celesti tanto esatta.

Simpl. L'essere i corpi celesti ingenerabili, incorruttibili, inalterabili, impassibili, immortali, etc., fa che e' sieno assolutamente perfetti; e l'essere assolutamente perfetti si tira in conseguenza che in loro sia ogni genere di perfezione, e però che la figura ancora sia perfetta, cioè sferica, e assolutamente e perfettamente sferica, e non aspera ed irregolare.

Sal. E questa incorruttibilità da che la cavate voi?

Simpl. Dal mancar di contrari immediatamente, e mediatamente dal moto semplice circolare.

Sal. Talché, per quanto io raccolgo dal vostro discorso, nel costituir l'essenza de i corpi celesti incorruttibile, inalterabile etc., non v'entra come causa o requisito necessario, la rotondità; che quando questa cagionasse l'inalterabilità, noi potremo ad arbitrio nostro far incorruttibile il legno, la cera, ed altre materie elementari, col ridurle in figura sferica.

Simpl. E non è egli manifesto che una palla di legno meglio e più lungo tempo si conserverà che una guglia o altra forma angolare, fatta di altrettanto del medesimo legno?

Sal. Cotesto è verissimo, ma non però di corruttibile diverrà ella incorruttibile; anzi resterà pur corruttibile, ma ben di più lunga durata. Però è da notarsi che il corruttibile è capace di più e di meno tale, potendo noi dire: « Questo è men corruttibile di quello », come, per esempio, il diaspro è men corruttibile della pietra serena; ma l'incorruttibile non riceve il più e 'l meno, sì che si possa dire: « Questo è più incorruttibile di quell'altro », se amendue sono incorruttibili ed eterni. La diversità dunque di figura non può operare se non nelle materie che son capaci del più o del meno durare; ma nelle eterne, che non posson essere se non

egualmente eterne, cessa l'operazione della figura. E per tanto, già che la materia celeste non per la figura è incorruttibile, ma per altro, non occorre esser così ansioso di questa perfetta sfericità, perché, quando la materia sarà incorruttibile, abbia pur che figura si voglia, ella sarà sempre tale.

Sagr. Ma io vo considerando qualche cosa di più, e dico che, conceduto che la figura sferica avesse facultà di conferire l'incorruttibilità, tutti i corpi, di qualsivoglia figura, sarebbero eterni e incorruttibili. Imperocché essendo il corpo rotondo incorruttibile, la corruttibilità verrebbe a consistere in quelle parti che alterano la perfetta rotondità: come, per esempio, in un dado vi è dentro una palla perfettamente rotonda, e come tale incorruttibile; resta dunque che corruttibili sieno quelli angoli che ricuoprono ed ascondono la rotondità; al più dunque che potesse accadere, sarebbe che tali angoli e (per così dire) escrescenze si corrompessero. Ma se più internamente andremo considerando, in quelle parti ancora verso gli angoli vi son dentro altre minori palle della medesima materia, e però esse ancora, per esser rotonde, incorruttibili; e così ne' residui che circondano queste otto minori sferette, vi se ne possono intendere altre; talché finalmente, risolvendo tutto il dado in palle innumerabili, bisognerà confessarlo incorruttibile. E questo medesimo discorso ed una simile resoluzione si può far di tutte le altre figure.

Sal. Il progresso cammina benissimo: sì che quando, verbigrazia, un cristallo sferico avesse dalla figura l'esser incorruttibile, cioè la facultà di resistere a tutte le alterazioni interne ed esterne, non si vede che l'aggiugnerli altro cristallo e ridurlo, verbigrazia, in cubo l'avesse ad alterar dentro, né anco di fuori, sì che ne divenisse meno atto a resistere al nuovo ambiente, fatto dell'istessa materia, che non era all'altro di materia diversa, e massime se è vero che la corruzione si faccia da i contrari, come dice Aristotile; e di qual cosa si può circondare quella palla di cristallo, che gli sia manco contraria del cristallo medesimo? Ma noi non ci accorgiamo del fuggir dell'ore, e tardi verremo a capo

de' nostri ragionamenti, se sopra ogni particulare si hanno da fare sì lunghi discorsi; oltre che la memoria si confonde talmente nella multiplicità delle cose, che difficilmente posso ricordarmi delle proposizioni che ordinatamente aveva proposte il signor Simplicio da considerarsi.

Simpl. Io me ne ricordo benissimo; e circa questo particulare della montuosità della Luna, resta ancora in piede la causa che io addussi di tale apparenza, potendosi benissimo salvare con dir ch'ella sia un'illusione procedente dall'esser le parti della Luna inegualmente opache e perspicue.

Sagr. Poco fa, quando il signor Simplicio attribuiva le apparenti inegualità della Luna, conforme all'opinione di certo Peripatetico amico suo, alle parti di essa Luna diversamente opache e perspicue, conforme a che simili illusioni si veggono in cristalli e gemme di più sorti, mi sovvenne una materia molto più accomodata per rappresentar cotali effetti, e tale che credo certo che quel filosofo la pagherebbe qualsivoglia prezo; e queste sono le madreperle, le quali si lavorano in varie figure, e benché ridotte ad una estrema liscezza, sembrano all'occhio tanto variamente in diverse parti cave e colme, che appena al tatto stesso si può dar fede della loro egualità.

Sal. Bellissimo è veramente questo pensiero; e quel che non è stato fatto sin ora, potrebbe esser fatto un'altra volta, e se sono state prodotte altre gemme e cristalli, che non han che fare con l'illusioni delle madreperle, saran ben prodotte queste ancora. Intanto, per non tagliar l'occasione ad alcuno, tacerò la risposta che ci andrebbe, e solo procurerò per ora di sodisfare alle obbiezioni portate dal signor Simplicio. Dico per tanto che questa vostra è una ragion troppo generale, e come voi non l'applicate a tutte le apparenze ad una ad una che si veggono nella Luna, e per le quali io ed altri si son mossi a tenerla montuosa, non credo che voi siate per trovare chi si soddisfaccia di tal dottrina; né credo che voi stesso né l'autor medesimo trovi in essa maggior quiete, che in qualsivoglia altra cosa remota dal proposito. Delle molte e molte apparenze varie che si scorgono di sera in sera in un corso lunare, voi pur una sola non ne potrete

imitare col fabbricare una palla a vostro arbitrio di parti più e meno opache e perspicue e che sia di superficie pulita; dove che, all'incontro, di qualsivoglia materia solida e non trasparente si fabbricheranno palle le quali, solo con eminenze e cavità e col ricevere variamente l'illuminazione, rappresenteranno l'istesse viste e mutazioni a capello, che d'ora in ora si scorgono nella Luna. In esse vedrete i dorsi dell'eminenze esposte al lume del Sole chiari assai, e doppo di loro le proiezioni dell'ombre oscurissime; vedretele maggiori e minori, secondo che esse eminenze si troveranno più o meno distanti dal confine che distingue la parte della Luna illuminata dalla tenebrosa; vedrete l'istesso termine e confine, non egualmente disteso, qual sarebbe se la palla fusse pulita, ma anfrattuoso e merlato; vedrete, oltre al detto termine, nella parte tenebrosa, molte sommità illuminate e staccate dal resto già luminoso; vedrete l'ombre sopradette, secondoché l'illuminazione si va alzando, andarsi elleno diminuendo, sinché del tutto svaniscono, né più vedersene alcuna quando tutto l'emisferio sia illuminato; all'incontro poi, nel passare il lume verso l'altro emisfero lunare, riconoscerete l'istesse eminenze osservate prima, e vedrete le proiezioni dell'ombre loro farsi al contrario ed andar crescendo: delle quali cose torno a replicarvi che voi pur una non potrete rappresentarmi col vostro opaco e perspicuo.

Sagr. Anzi pur se ne imiterà una, cioè quella del plenilunio, quando, per esser il tutto illuminato, non si scorge più né ombre né altro che dalle eminenze e cavità riceva alcuna variazione. Ma di grazia, signor Salviati, non perdete più tempo in questo particolare, perché uno che avesse avuto pazienza di far l'osservazioni di una o due lunazioni e non restasse capace di questa sensatissima verità, si potrebbe ben sentenziare per privo del tutto di giudizio; e con simili, a che consumar tempo e parole indarno?

Simpl. Io veramente non ho fatte tali osservazioni, perché non ho avuta questa curiosità, né meno strumento atto a poterle fare; ma voglio per ogni modo farle: e intanto possiamo lasciar questa questione in pendente e passare a quel punto che segue, producendo i motivi per i quali voi

stimate che la Terra possa reflettere il lume del Sole non men gagliardamente che la Luna, perché a me par ella tanto oscura ed opaca, che un tale effetto mi si rappresenta del tutto impossibile.

Sal. La causa per la quale voi reputate la Terra inetta all'illuminazione, non è altramente cotesta, signor Simplicio. E non sarebbe bella cosa che io penetrassi i vostri discorsi meglio che voi medesimo?

Simpl. Se io mi discorra bene o male, potrebb'esser che voi meglio di me lo conosceste; ma, o bene o mal ch'io mi discorra, che voi possiate meglio di me penetrar il mio discorso, questo non crederò io mai.

Sal. Anzi vel farò io creder pur ora. Ditemi un poco: quando la Luna è presso che piena, sì che ella si può veder di giorno ed anco a meza notte, quando vi par ella più splendente, il giorno o la notte?

Simpl. La notte, senza comparazione, e parmi che la Luna imiti quella colonna di nugole e di fuoco che fu scorta a i figliuoli di Isdraele [60], che alla presenza del Sole si mostrava come una nugoletta, ma la notte poi era splendidissima. Così ho io osservato alcune volte di giorno tra certe nugolette la Luna non altramente che una di esse biancheggiante; ma la notte poi si mostra splendentissima.

Sal. Talché quando voi non vi foste mai abbattuto a veder la Luna se non di giorno, voi non l'avreste giudicata più splendida di una di quelle nugolette.

Simpl. Così credo fermamente.

Sal. Ditemi ora: credete voi che la Luna sia realmente più lucente la notte che 'l giorno, o pur che per qualche accidente ella si mostri tale?

Simpl. Credo che realmente ella risplenda in se stessa tanto di giorno quanto di notte, ma che 'l suo lume si mo-

[60] « E il Signore li precedeva, segnando la strada, di giorno con una colonna di nubi, e di notte con una colonna di fuoco, per esser loro di guida nel viaggio in ambedue i tempi. Né mancò mai innanzi al popolo la colonna di nubi il giorno, né quella di fuoco la notte » (*Esodo*, XIII, 21-22).

stri maggiore di notte perché noi la vediamo nel campo oscuro del cielo; ed il giorno, per esser tutto l'ambiente assai chiaro, sì che ella di poco lo avanza di luce, ci si rappresenta assai men lucida.

Sal. Or ditemi; avete voi veduto mai in su la meza notte il globo terrestre illuminato dal Sole?

Simpl. Questa mi pare una domanda da non farsi se non per burla, o vero a qualche persona conosciuta per insensata affatto.

Sal. No, no, io v'ho per uomo sensatissimo, e fo la domanda sul saldo: e però rispondete pure, e poi se vi parrà che io parli a sproposito, mi contento d'esser io l'insensato; ché bene è più sciocco quello che interroga scioccamente, che quello a chi si fa interrogazione.

Simpl. Se dunque voi non mi avete per semplice affatto, fate conto ch'io v'abbia risposto, e detto che è impossibile che uno che sia in Terra, come siamo noi, vegga di notte quella parte della Terra, dove è giorno, cioè che è percossa dal Sole.

Sal. Adunque non vi è toccato mai a veder la Terra illuminata se non di giorno; ma la Luna la vedete anco nella più profonda notte risplendere in cielo: e questa, signor Simplicio, è la cagione che vi fa credere che la Terra non risplenda come la Luna; che se voi poteste veder la Terra illuminata mentreché voi fuste in luogo tenebroso come la nostra notte, la vedreste splendida più che la Luna. Ora, se voi volete che la comparazione proceda bene, bisogna far parallelo del lume della Terra con quel della Luna veduta di giorno, e non con la Luna notturna, poiché non ci tocca a veder la Terra illuminata se non di giorno. Non sta così?

Simpl. Così è dovere.

Sal. E perché voi medesimo avete già confessato d'aver veduta la Luna di giorno tra nugolette biancheggianti e similissima, quanto all'aspetto, ad una di esse, già primamente venite a confessare che quelle nugolette, che pur son materie elementari, son atte a ricever l'illuminazione quanto la Luna, ed ancor più, se voi vi ridurrete in fantasia d'aver vedute talvolta alcune nugole grandissime, e candidissime

come la neve; e non si può dubitare che se una tale si potesse conservar così luminosa nella più profonda notte, ella illuminerebbe i luoghi circonvicini più che cento Lune. Quando dunque noi fussimo sicuri che la Terra si illuminasse dal Sole al pari di una di quelle nugolette, non resterebbe dubbio che ella fusse non meno risplendente della Luna. Ma di questo cessa ogni dubbio, mentre noi veggiamo le medesime nugole, nell'assenza del Sole, restar la notte così oscure come la Terra; e, quel che è più, non è alcuno di noi al quale non sia accaduto di veder più volte alcune tali nugole basse e lontane, e stare in dubbio se le fussero nugole o montagne: segno evidente, le montagne non esser men luminose di quelle nugole.

Sagr. Ma che più altri discorsi? Eccovi là su la Luna, che è più di meza; eccovi là quel muro alto, dove batte il Sole; ritiratevi in qua, sì che la Luna si vegga accanto al muro; guardate ora: che vi par più chiaro? non vedete voi che, se vantaggio vi è, l'ha il muro? Il Sole percuote in quella parete; di lì si reverbera nelle pareti della sala; da quelle si reflette in quella camera, sì che in essa arriva con la terza reflessione: e ad ogni modo son sicuro che vi è più lume, che se direttamente vi arrivasse il lume della Luna.

Simpl. Oh questo non credo io, perché quel della Luna, e massime quando ell'è piena, è un grande illuminare.

Sagr. Par grande per l'oscurità de i luoghi circonvicini ombrosi, ma assolutamente non è molto, ed è minore che quel del crepuscolo di mez'ora doppo il tramontar del Sole; il che è manifesto, perché non prima che allora vedrete cominciare a distinguersi in Terra le ombre de i corpi illuminati dalla Luna. Se poi quella terza reflessione in quella camera illumini più che la prima della Luna, si potrà conoscere andando là, col legger quivi un libro, e provar poi stasera al lume della Luna se si legge più agevolmente o meno, che credo senz'altro che si leggerà meno.

Sal. Ora, signor Simplicio (se però voi sete stato appagato), potete comprender come voi medesimo sapevi veramente che la Terra risplendeva non meno che la Luna, e che il ricordarvi solamente alcune cose sapute da per voi, e

non insegnate da me, ve n'ha reso certo: perché io non vi ho insegnato che la Luna si mostra più risplendente la notte che 'l giorno, ma già lo sapevi da per voi, come anco sapevi che tanto si mostra chiara una nugoletta quanto la Luna; sapevi parimente che l'illuminazion della Terra non si vede di notte, ed in somma sapevi il tutto, senza saper di saperlo. Di qui non doverà di ragione esservi difficile il conceder che la reflessione della Terra possa illuminar la parte tenebrosa della Luna, con luce non minor di quella con la quale la Luna illustra le tenebre della notte, anzi tanto più, quanto che la Terra è quaranta volte maggior della Luna.

Simpl. Veramente io credeva che quel lume secondario fosse proprio della Luna.

Sal. E questo ancora sapete da per voi, e non v'accorgete di saperlo. Ditemi: non avete voi per voi stesso saputo che la Luna si mostra più luminosa assai la notte che il giorno, rispetto all'oscurità del campo ambiente? ed in conseguenza non venite voi a sapere in genere, che ogni corpo lucido si mostra più chiaro quanto l'ambiente è più oscuro?

Simpl. Questo so io benissimo.

Sal. Quando la Luna è falcata e vi mostra assai chiaro quel lume secondario, non è ella sempre vicina al Sole, ed in conseguenza nel lume del crepuscolo?

Simpl. Èvvi; e molte volte ho desiderato che l'aria si facesse più fosca per poter veder quel tal lume più chiaro, ma l'è tramontata avanti notte oscura.

Sal. Voi dunque sapete benissimo che nella profonda notte quel lume apparirebbe più?

Simpl. Signor sì, ed ancor più se si potesse tor via il gran lume delle corna tocche dal Sole, la presenza del quale offusca assai l'altro minore.

Sal. Oh non accad'egli talvolta di poter vedere dentro ad oscurissima notte tutto il disco della Luna, senza punto essere illuminato dal Sole?

Simpl. Io non so che questo avvenga mai, se non ne gli eclissi totali della Luna.

Sal. Adunque allora dovrebbe questa sua luce mostrarsi vivissima, essendo in un campo oscurissimo e non offuscata dalla chiarezza delle corna luminose: ma voi in quello stato come l'avete veduta lucida?

Simpl. Holla veduta talvolta del color del rame ed un poco albicante; ma altre volte è rimasta tanto oscura, che l'ho del tutto persa di vista.

Sal. Come dunque può esser sua propria quella luce, che voi così chiara vedete nell'albor del crepuscolo, non ostante l'impedimento dello splendor grande e contiguo delle corna, e che poi nella più oscura notte, rimossa ogni altra luce, non apparisce punto?

Simpl. Intendo esserci stato chi ha creduto cotal lume venirle participato dall'altre stelle, ed in particolare da Venere [61], sua vicina.

Sal. E cotesta parimente è una vanità, perché nel tempo della sua totale oscurazione dovrebbe pur mostrarsi più lucida che mai, ché non si può dire che l'ombra della Terra gli asconda la vista di Venere né dell'altre stelle; ma ben ne riman ella del tutto priva allora, perché l'emisferio terrestre che in quel tempo riguarda verso la Luna, è quello dove è notte, cioè un'intera privazion del lume del Sole. E se voi diligentemente andrete osservando, vedrete sensatamente che, sì come la Luna, quando è sottilmente falcata, pochissimo illumina la Terra, e secondoché in lei vien crescendo la parte illuminata dal Sole, cresce parimente lo splendore a noi, che da quella vienci reflesso; così la Luna, mentre è sottilmente falcata e che, per esser tra 'l Sole e la Terra, scuopre grandissima parte dell'emisferio terreno illuminato, si mostra assai chiara, e discostandosi dal Sole e venendo verso la quadratura, si vede tal lume andar languendo, ed oltre la quadratura si vede assai debile, perché sempre va perdendo della vista della parte luminosa della Terra: e pur dovrebbe accadere il contrario quando tal lume fusse suo o comunicatole dalle stelle, perché allora la pos-

[61] È questo il punto di vista di Tycho Brahe, che qui viene respinto.

siamo vedere nella profonda notte e nell'ambiente molto tenebroso.

Simpl. Fermate, di grazia, che pur ora mi sovviene aver letto in un libretto moderno di conclusioni [62], pieno di molte novità, « che questo lume secondario non è cagionato dalle stelle né è proprio della Luna e men di tutti comunicatogli dalla Terra, ma che deriva dalla medesima illuminazion del Sole, la quale, per esser la sustanza del globo lunare alquanto trasparente, penetra per tutto il suo corpo, ma più vivamente illumina la superficie dell'emisfero esposto a i raggi del Sole, e la profondità, imbevendo e, per così dire, inzuppandosi di tal luce a guisa di una nugola o di un cristallo, la trasmette e si rende visibilmente lucida. E questo (se ben mi ricorda) prova egli con l'autorità, con l'esperienza e con la ragione, adducendo Cleomede, Vitellione, Macrobio [63] e qualch'altro autor moderno, e soggiugnendo, vedersi per esperienza ch'ella si mostra molto lucida ne i giorni prossimi alla congiunzione, cioè quando è falcata, e massimamente risplende intorno al suo limbo; e di più scrive che negli eclissi solari, quando ella è sotto il disco del Sole, si vede tralucere, e massime intorno all'estremo cerchio: quanto poi alle ragioni, parmi ch' e' dica che non potendo ciò derivare né dalla Terra né dalle stelle né da se stessa, resta necessariamente ch' e' venga dal Sole; oltreché, fatta questa supposizione, benissimo si rendono accomodate ragioni di tutti i particulari che accascano. Imperocché del mostrarsi tal luce secondaria più vivace intorno all'estremo limbo, ne è cagione la brevità dello spazio da esser penetrato da i raggi del Sole, essendoché delle linee che traversano un cerchio, la massima è quella che passa per il centro, e delle

[62] G. Coresio, *Operetta intorno al galleggiare dei corpi solidi*; cfr. la nota introduttiva al *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua*, vol. I, pp. 414-15.

[63] Cleomede scrisse il *De motu circolare doctrina*; Witelo, filosofo originario della Slesia dove nacque nel 1220, autore della *Perspectiva*; Macrobio, scrittore latino noto con questo nome nel Medioevo, mentre si chiamava in effetti Teodosio, scrisse un commento al *Somnium Scipionis* di Cicerone, i *Saturnali* e alcuni lavori grammaticali.

altre le più lontane da questa son sempre minori delle più vicine. Dal medesimo principio dice egli derivare che tal lume poco diminuisce. E finalmente, per questa via si assegna la causa onde avvenga che quel cerchio più lucido intorno all'estremo margine della Luna si scorga nell'eclisse solare in quella parte che sta sotto il disco del Sole, ma non in quella che è fuor del disco; provenendo ciò, perché i raggi del Sole trapassano a dirittura al nostro occhio per le parti della Luna sottoposte, ma per le parti che son fuori, cascano fuori dell'occhio ».

Sal. Se questo filosofo fusse stato il primo autore di tale opinione, io non mi maraviglierei che e' vi fusse talmente affezionato, che e' l'avesse ricevuta per vera; ma ricevendola da altri, non saprei addur ragione bastante per iscusarlo dal non aver comprese le sue fallacie, e massime doppo l'aver egli sentita la vera causa di tale effetto, ed aver potuto con mille esperienze e manifesti riscontri assicurarsi, ciò dal reflesso della Terra, e non da altro, procedere; e quanto questa cognizione fa desiderar qualche cosa nell'accorgimento di questo autore e di tutti gli altri che non le prestano l'assenso, tanto il non l'avere intesa e non esser loro sovvenuta mi rende scusabili quei più antichi, i quali son ben sicuro che se adesso l'intendessero, senza una minima repugnanza l'ammetterebbero. E se io vi devo schiettamente dire il mio concetto, non posso creder che quest'autor moderno internamente non la creda, ma dubito che il non potersen'egli fare il primo autore, lo stimoli un poco a tentare di supprimerla o smaccarla almanco appresso a i semplici, il numero de i quali sappiamo esser grandissimo; e molti sono che godono assai più dell'applauso numeroso del popolo, che dell'assenso de i pochi non vulgari.

Sagr. Fermate un poco, signor Salviati, ché mi par di vedere che voi non andiate drittamente al vero punto nel vostro parlare; perché questi, che tendono le pareti al comune, si sanno anco fare autori dell'invenzioni di altri, purché non sieno tanto antiche e fatte pubbliche per le cattedre e per le piazze, che sieno più che notorie a tutti.

Sal. Oh io son più cattivo di voi. Che dite voi di pubbliche o di notorie? non è egli l'istesso l'esser l'opinioni e l'invenzioni nuove a gli uomini, che l'esser gli uomini nuovi a loro? se voi vi contentaste della stima de' principianti nelle scienze, che vengon su di tempo in tempo, potreste farvi anco inventore sin dell'alfabeto, e così rendervi ad essi ammirando; e se ben poi col progresso del tempo si scoprisse la vostra sagacità, ciò poco pregiudica al vostro fine, perché altri sottentrano a mantenere il numero de i fautori. Ma torniamo a mostrare al signor Simplicio la inefficacia de i discorsi del suo moderno autore, ne i quali ci sono falsità e cose non concludenti ed inopinabili. E prima, è falso che questa luce secondaria sia più chiara intorno all'estremo margine che nelle parti di mezo, sì che si formi quasi un anello o cerchio più risplendente del resto del campo. Ben è vero che guardando la Luna posta nel crepuscolo, si mostra, nel primo apparire, un tal cerchio, ma con inganno che nasce dalla diversità de i confini con i quali termina il disco lunare, sparso di questa luce secondaria: imperocché dalla parte verso il Sole confina con le corna lucidissime della Luna, e dall'altra ha per termine confinante il campo oscuro del crepuscolo, la relazion del quale ci fa parere più chiaro l'albore del disco lunare, il quale nella parte opposta viene offuscato dallo splendor maggiore delle corna. Che se l'autor moderno avesse provato a farsi ostacolo tra l'occhio e lo splendor primario col tetto di qualche casa o con altro tramezzo, sì che visibile restasse solamente la piazza della Luna fuori delle corna, l'avrebbe veduta tutta egualmente luminosa.

Simpl. Mi par pur ricordare che egli scriva d'essersi servito di un simile artifizio per nascondersi la falce lucida.

Sal. Oh come questo è, la sua, che io stimava inavvertenza, diventa bugia; la quale pizzica anco di temerità, poiché ciascheduno ne può far frequentemente la riprova. Che poi nell'eclisse del Sole si vegga il disco della Luna in altro modo che per privazione, io ne dubito assai, e massime quando l'eclisse non sia totale, come necessariamente bisogna che siano state le osservate dall'autore; ma quando anco

e' si scorgesse come lucido, questo non contraria, anzi favorisce l'opinion nostra, avvengaché allora si oppone alla Luna tutto l'emisferio terrestre illuminato dal Sole, ché se bene l'ombra della Luna ne oscura una parte, questa è pochissima in comparazione di quella che rimane illuminata. Quello che aggiugne di più, che in questo caso la parte del margine che soggiace al Sole si mostri assai lucida, ma non così quella che resta fuori, e ciò derivare dal venirci direttamente per quella parte i raggi solari all'occhio, ma non per questa, è bene una di quelle favole che manifestano le altre finzioni di colui che le racconta; perché, se per farci visibile di luce secondaria il disco lunare bisogna che i raggi del Sole vengano direttamente al nostro occhio, non vede il poverino che noi mai non vedremmo tal luce secondaria se non nell'eclisse del Sole? E se l'esser una parte della Luna remota dal disco solare solamente manco assai di mezo grado può deviare i raggi del Sole, sì che non arrivino al nostro occhio, che sarà quando ella se ne trovi lontana venti e trenta, quale ella ne è nella sua prima apparizione? e come verranno i raggi del Sole, che hanno a trapassar per il corpo della Luna, a trovar l'occhio nostro? Quest'uomo si va di mano in mano figurando le cose quali bisognerebbe ch'elle fussero per servire al suo proposito, e non va accomodando i suoi propositi di mano in mano alle cose quali elle sono. Ecco: per far che lo splendor del Sole possa penetrar la sustanza della Luna, ei la fa in parte diafana, quale è, verbigrazia, la trasparenza di una nugola o di un cristallo; ma non so poi quello ch'ei si giudicasse, circa una tal trasparenza, quando i raggi solari avessero a penetrare una profondità di nugola di più di dua mila miglia. Ma ammettasi che egli arditamente rispondesse, ciò potere esser benissimo ne i corpi celesti, che sono altre faccende che questi nostri elementari, impuri e fecciosi, e convinchiamo l'error suo con mezi che non ammettono risposta o, per dir meglio, sutterfugii. Quando ei voglia mantenere che la sustanza della Luna sia diafana, bisogna ch'ei dica che ella è tale mentreché i raggi del Sole abbiano a penetrar tutta la sua profondità, cioè ne abbiano a penetrar più di dua mila miglia,

ma che opponendosigliene solo un miglio ed anco meno, non la penetreranno più che e' si penetrino una delle nostre montagne.

Sagr. Voi mi fate sovvenire di uno che mi voleva vendere un segreto di poter parlare, per via di certa simpatia di aghi calamitati, a uno che fusse stato lontano due o tre mila miglia; e dicendogli io che volentieri l'avrei comprato, ma che volevo vederne l'esperienza, e che mi bastava farla stando io in una delle mie camere ed egli in un'altra, mi rispose che in sì piccola distanza non si poteva veder ben l'operazione: onde io lo licenziai, con dire che non mi sentivo per allora di andare nel Cairo o in Moscovia per veder tale esperienza; ma se pure voleva andare esso, che io arei fatto l'altra parte, restando in Venezia. Ma sentiamo come va la conseguenza dell'autore, e come bisogni ch'egli ammetta, la materia della Luna esser permeabilissima da i raggi solari nella profondità di dua mila miglia, ma opacissima più di una montagna delle nostre nella grossezza di un miglio solo.

Sal. L'istesse montagne appunto della Luna ce ne fanno testimonianza, le quali, ferite da una parte dal Sole, gettano dall'opposta ombre negrissime, terminate e taglienti più assai dell'ombre delle nostre [64]; che quando elle fussero diafane, mai non avremmo potuto conoscere asprezza veruna nella superficie della Luna, né veder quelle cuspidi luminose staccate dal termine che distingue la parte illuminata dalla tenebrosa anzi né meno vedremmo noi questo medesimo termine così distinto, se fusse vero che 'l lume del Sole penetrasse la profondità della Luna; anzi, per il detto medesimo dell'autore, bisognerebbe vedere il passaggio e confine tra la parte vista e la non vista dal Sole assai confuso e misto di luce e tenebre, ché bene è necessario che quella materia che dà il transito a i raggi solari nella profondità di dua mila miglia, sia tanto trasparente che pochissimo gli contrasti nella centesima o minor parte di tal grossezza: tuttavia il termine che separa la parte illuminata dalla oscura

[64] Questo fenomeno deriva dalla mancanza di atmosfera lunare.

è tagliente e così distinto quanto è distinto il bianco dal nero, e massime dove il taglio passa sopra la parte della Luna naturalmente più chiara e più aspra; ma dove sega le macchie antiche, le quali sono pianure [65], per andare elle sfericamente inclinandosi, sì che ricevono i raggi del Sole obliquissimi, quivi il termine non è così tagliente, mediante la illuminazione più languida. Quello finalmente ch'ei dice del non si diminuire ed abbacinare la luce secondaria secondo che la Luna va crescendo, ma conservarsi continuamente della medesima efficacia, è falsissimo; anzi, poco si vede nella quadratura, quando, per l'opposito, ella dovrebbe vedersi più viva, potendosi vedere fuor del crepuscolo, nella notte più profonda. Concludiamo per tanto, esser la reflession della Terra potentissima nella Luna; e, quello di che dovrete far maggiore stima, cavatene un'altra congruenza bellissima: cioè, che se è vero che i pianeti operino sopra la Terra col moto e col lume, forse la Terra non meno sarà potente a operar reciprocamente in loro col medesimo lume e per avventura col moto ancora; e quando anco ella non si movesse, pur gli può restare la medesima operazione, perché già, come si è veduto, l'azione del lume è la medesima appunto, cioè del lume del Sole reflesso, e 'l moto non fa altro che la variazione de gli aspetti, la quale segue nel modo medesimo facendo muover la Terra e star fermo il Sole, che se si faccia per l'opposito.

Simpl. Non si troverà alcuno de i filosofi che abbia detto che questi corpi inferiori operino ne i celesti, ed Aristotile dice chiaro il contrario.

Sal. Aristotile e gli altri che non han saputo che la Terra e la Luna si illuminino scambievolmente, son degni di scusa; ma sarebber ben degni di riprensione se, mentre vogliono che noi concediamo e crediamo a loro che la Luna operi in Terra col lume, e' volessin poi a noi, che gli aviamo insegnato che la Terra illumina la Luna, negare l'azione della Terra nella Luna.

[65] Cfr. *Sidereus nuncius*, vol. I, pp. 282 segg.

Simpl. In somma io sento in me un'estrema repugnanza nel potere ammettere questa società che voi vorreste persuadermi tra la Terra e la Luna, ponendola, come si dice, in ischiera con le stelle; ché, quando altro non ci fusse, la gran separazione e lontananza tra essi e i corpi celesti mi par che necessariamente concluda una grandissima dissimilitudine tra di loro.

Sal. Vedete, signor Simplicio, quanto può un inveterato affetto ed una radicata opinione; poiché è tanto gagliarda, che vi fa parer favorevoli quelle cose medesime che voi stesso producete contro di voi. Che se la separazione e lontananza sono accidenti validi per persuadervi una gran diversità di nature, convien che per l'opposito la vicinanza e contiguità importino similitudine: ma quanto è più vicina la Luna alla Terra che a qualsivoglia altro de i globi celesti? Confessate dunque, per la vostra medesima concessione (ed averete anco altri filosofi per compagni), grandissima affinità esser tra la Terra e la Luna. Or seguitiamo avanti, e proponete se altro ci resta da considerare circa le difficultà che voi moveste contro le congruenze tra questi due corpi.

Simpl. Ci resterebbe non so che in proposito della solidità della Luna, la quale io argumentava dall'esser ella sommamente pulita e liscia, e voi dall'esser montuosa. Un'altra difficultà mi nasceva per il credere io che la reflession del mare dovesse esser, per l'egualità della sua superficie, più gagliarda che quella della Terra, la cui superficie è tanto scabrosa ed opaca.

Sal. Quanto al primo dubbio, dico che, sì come nelle parti della Terra, che tutte per la lor gravità conspirano ad approssimarsi quanto più possono al centro, alcune tuttavia ne rimangono più remote che l'altre, cioè le montagne più delle pianure, e questo per la lor solidità e durezza (ché se fusser di materia fluida si spianerebbero), così il veder noi alcune parti della Luna restare elevate sopra la sfericità delle parti più basse arguisce la loro durezza, perché è credibile che la materia della Luna si figuri in forma sferica per la concorde conspirazione di tutte le sue parti al medesimo centro. Circa l'altro dubbio, parmi che per le cose che

aviamo considerate accader negli specchi, possiamo intender benissimo che la reflession del lume che vien dal mare sia inferiore assai a quella che vien dalla terra, intendendo però della reflessione universale; perché quanto alla particolare che la superficie dell'acqua quieta manda in un luogo determinato, non ha dubbio che chi si costituirà in tal luogo, vedrà nell'acqua un reflesso potentissimo, ma da tutti gli altri luoghi si vedrà la superficie dell'acqua più oscura di quella della terra. E per mostrarlo al senso, andiamo qua in sala e versiamo un poco di acqua sul pavimento: ditemi ora, non si mostr'egli questo mattone bagnato più oscuro assai degli altri asciutti? Certo sì, e tale si mostrerà egli rimirato da qualsivoglia luogo, eccettuatone un solo, e questo è quello dove arriva il reflesso del lume che entra per quella finestra: tiratevi adunque indietro pian piano.

Simpl. Di qui veggo io la parte bagnata più lucida del resto del pavimento, e veggo che ciò avviene perché il reflesso del lume, che entra per la finestra, viene verso di me.

Sal. Quel bagnare non ha fatto altro che riempir quelle piccole cavità che sono nel mattone e ridur la sua superficie a un piano esquisito, onde poi i raggi reflessi vanno uniti verso un medesimo luogo: ma il resto del pavimento asciutto ha la sua asprezza, cioè una innumerabil varietà di inclinazioni nelle sue minime particelle, onde le reflessioni del lume vanno verso tutte le parti, ma più debili che se andasser tutte unite insieme; e però poco o niente si varia il suo aspetto per riguardarlo da diverse bande, ma da tutti i luoghi si mostra l'istesso, ma ben men chiaro assai che quella reflession della parte bagnata. Concludo per tanto che la superficie del mare, veduta dalla Luna, sì come apparirebbe egualissima (trattone le isole e gli scogli), così apparirebbe men chiara che quella della terra, montuosa e ineguale. E se non fusse ch'io non vorrei parer, come si dice, di volerne troppo, vi direi d'aver osservato nella Luna quel lume secondario, ch'io dico venirle dalla reflession del globo terrestre, esser notabilmente più chiaro due o tre giorni avanti la congiunzione che doppo, cioè quando noi la veggiamo avanti l'alba in oriente che quando si vede la sera, doppo il

tramontar del Sole, in occidente; della qual differenza ne è causa che l'emisferio terrestre che si oppone alla Luna orientale ha poco mare ed assaissima terra, avendo tutta l'Asia, doveché, quando ella è in occidente, riguarda grandissimi mari, cioè tutto l'Oceano Atlantico sino alle Americhe: argomento assai probabile del mostrarsi meno splendida la superficie dell'acqua che quella della terra.

Simpl. *Adunque, per vostro credere, ella farebbe un aspetto simile a quello che noi veggiamo nella Luna, delle 2 parti massime.* Ma credete voi forse che quelle gran macchie che si veggono nella faccia della Luna, siano mari, e il resto più chiaro, Terra o cosa tale?

Sal. Questo che voi domandate è il principio delle incongruenze ch'io stimo esser tra la Luna e la Terra, dalle quali sarà tempo che noi ci sbrighiamo, ché pur troppo siamo dimorati in questa Luna. Dico dunque che quando in natura non fusse altro che un modo solo per far apparir due superficie, illustrate dal Sole, una più chiara dell'altra, e che questo fosse per esser una di terra e l'altra di acqua, bisognerebbe necessariamente dire che la superficie della Luna fosse parte terrea e parte acquea; ma perché vi sono più modi conosciuti da noi, che posson cagionare il medesimo effetto, ed altri per avventura ne posson esser incogniti a noi, però io non ardirei di affermare, questo più che quello esser nella Luna. Già si è veduto di sopra come una piastra d'argento bianchito, col toccarlo col brunitoio, di candido si rappresenta oscuro; la parte umida della Terra si mostra più oscura della arida; ne i dorsi delle montagne, le parti silvose appariscono assai più fosche delle nude e sterili; ciò accade, perché tra le piante casca gran quantità di ombra, ed i luoghi aprici son tutti illuminati dal Sole; e questa mistione di ombre opera tanto, che voi vedete ne i velluti a opera il color della seta tagliata mostrarsi molto più oscuro che quel della non tagliata, mediante le ombre disseminate tra pelo e pelo, ed il velluto piano parimente assai più fosco che un ermisino fatto della medesima seta; sì che quando nella Luna fussero cose che imitassero grandissime selve, l'aspetto loro potrebbe rappresentarci le macchie che noi veggiamo; una

tal differenza farebbero s'elle fusser mari; e finalmente non repugna che potesse esser che quelle macchie fusser realmente di color più oscuro del rimanente, ché in questa guisa la neve fa comparir le montagne più chiare. Quello che si vede manifestamente nella Luna è che le parti più oscure son tutte pianure, con pochi scogli e argini dentrovi, ma pur ve ne son alcuni: il restante più chiaro è tutto pieno di scogli, montagne, arginetti rotondi e di altre figure; ed in particolare intorno alle macchie sono grandissime tirate di montagne. Dell'esser le macchie superficie piane, ce ne assicura il veder come il termine che distingue la parte illuminata dall'oscura, nel traversar le macchie fa il taglio eguale, ma nelle parti chiare si mostra per tutto anfrattuoso e merlato. Ma non so già se questa egualità di superficie possa esser bastante per sé sola a far apparir l'oscurità, e credo più tosto di no. Reputo, oltre a questo, la Luna differentissima dalla Terra, perché, se bene io mi immagino che quelli non sien paesi oziosi e morti, non affermo però che vi sieno movimenti e vita, e molto meno che vi si generino piante, animali o altre cose simili alle nostre, ma, se pur ve n'è, fussero diversissime, e remote da ogni nostra immaginazione: e muovomi a così credere, perché, primamente, stimo che la materia del globo lunare non sia di terra e di acqua, e questo solo basta a tòr via le generazioni e alterazioni simili alle nostre; ma, posto anco che lassù fosse acqua e terra, ad ogni modo non vi nascerebbero piante ed animali simili a i nostri, e questo per due ragioni principali. La prima è, che per le nostre generazioni son tanto necessarii gli aspetti variabili del Sole, che senza essi il tutto mancherebbe: ora le abitudini del Sole verso la Terra son molto differenti da quelle verso la Luna. Noi, quanto all'illuminazion diurna, abbiamo nella maggior parte della Terra ogni ventiquattr'ore parte di giorno e parte di notte, il quale effetto nella Luna si fa in un mese; e quello abbassamento ed alzamento annuo per il quale il Sole ci apporta le diverse stagioni e la disegualità de i giorni e delle notti, nella Luna si finisce pur in un mese; e dove il Sole a noi si alza ed abbassa tanto, che dalla massima alla minima

altezza vi corre circa quarantasette gradi di differenza, cioè quanta è la distanza dall'uno all'altro tropico, nella Luna non importa altro che gradi dieci o poco più, ché tanto importano le massime latitudini del dragone di qua e di là dall'eclittica [66]. Considerisi ora qual sarebbe l'azion del Sole dentro alla zona torrida quando e' durasse quindici giorni continui a ferirla con i suoi raggi, che senz'altro s'intenderà che tutte le piante le erbe e gli animali si dispergerebbero; e se pur vi si facessero generazioni, sarebber di erbe piante ed animali diversissimi da i presenti. Secondariamente, io tengo per fermo che nella Luna non siano piogge, perché quando in qualche parte vi si congregassero nugole, come intorno alla Terra, ci verrebbero ad ascondere alcuna di quelle cose che noi col telescopio veggiamo nella Luna, ed in somma in qualche particella ci varierebber la vista; effetto che io per lunghe e diligenti osservazioni non ho veduto mai, ma sempre vi ho scorto una uniforme serenità purissima.

Sagr. A questo si potrebbe rispondere, o che vi fossero grandissime rugiade, o che vi piovesse ne i tempi della lor notte, cioè quando il Sole non la illumina.

Sal. Se per altri riscontri noi avessimo indizii che in essa si facesser generazioni simili alle nostre, e solo ci mancasse il concorso delle piogge, potremmo trovarci questo o altro temperamento che supplisse in vece di quelle, come accade nell'Egitto dell'inondazione del Nilo; ma non incontrando accidente alcuno che concordi co i nostri, de' molti che si ricercherebbero per produrvi gli effetti simili, non occorre affaticarsi per introdurne un solo, e quello anco non perché se n'abbia sicura osservazione, ma per una semplice non repugnanza. Oltre che, quando mi fosse domandato quello

[66] « E prima ci ridurremo a memoria come il Sole di moto proprio ricerca nello spazio d'un anno tutta l'eclittica; secondariamente come la luna ancora essa si muove sotto 'l zodiaco, ricercandolo in un mese; ma il suo moto non è sotto la medesima linea per la quale camina il Sole, ma è in un cerchio il quale in due punti sega l'eclittica, declinando da essa mezo verso austro e mezo verso settentrione, e nelle maggior sue declinationi s'allontana cinque gradi » (*Cosmografia* o *Trattato della Sfera*, II, p. 246).

che la prima apprensione ed il puro naturale discorso mi detta circa il prodursi là cose simili o pur differenti dalle nostre, io direi sempre, differentissime ed a noi del tutto inimmaginabili, che così mi pare che ricerchi la ricchezza della natura e l'onnipotenza del Creatore e Governatore.

Sagr. Estrema temerità [67] mi è parsa sempre quella di coloro che voglion far la capacità umana misura di quanto possa e sappia operar la natura, dove che, all'incontro, e' non è effetto alcuno in natura, per minimo che e' sia, all'intera cognizion del quale possano arrivare i più specolativi ingegni. Questa così vana prosunzione d'intendere il tutto non può aver principio da altro che dal non avere inteso mai nulla, perché, quando altri avesse esperimentato una volta sola a intender perfettamente una sola cosa ed avesse gustato veramente come è fatto il sapere, conoscerebbe come dell'infinità dell'altre conclusioni niuna ne intende.

Sal. Concludentissimo è il vostro discorso; in confermazion del quale abbiamo l'esperienza di quelli che intendono o hanno inteso qualche cosa, i quali quanto più sono sapienti, tanto più conoscono e liberamente confessano di saper poco; ed il sapientissimo della Grecia [68], e per tale sentenziato da gli oracoli, diceva apertamente conoscer di non saper nulla.

Simpl. Convien dunque dire, o che l'oracolo, o l'istesso Socrate, fusse bugiardo, predicandolo quello per sapientissimo, e dicendo questo di conoscersi ignorantissimo.

Sal. Non ne seguita né l'uno né l'altro, essendo che amendue i pronunziati posson esser veri. Giudica l'oracolo sapientissimo Socrate sopra gli altri uomini, la sapienza de i quali è limitata; si conosce Socrate non saper nulla in

[67] Il rigore scientifico cui tutto il metodo galileiano di ricerca è ispirato, provoca la consapevolezza del limite delle possibilità di conoscenza dell'uomo: è questa una necessità della scienza medesima, che deve rinunciare, per il rigore della conoscenza verificabile e sperimentabile, alla pretesa assolutezza di una conoscenza metafisica. Ciò non toglie, come più avanti si dirà, che l'intelletto umano non possa conseguire una sua perfezione, nella profondità e rigorosità delle conclusioni matematiche; cfr., al riguardo, le lettere sulle macchie solari, vol. I, p. 374.

[68] Socrate, giudicato dall'oracolo di Delfo come il più saggio della Grecia, perché sapeva di non saper nulla.

relazione alla sapienza assoluta, che è infinita; e perché dell'infinito tal parte n'è il molto che 'l poco e che il niente (perché per arrivar, per esempio, al numero infinito tanto è l'accumular migliaia, quanto decine e quanto zeri), però ben conosceva Socrate, la terminata sua sapienza esser nulla all'infinita, che gli mancava. Ma perché pur tra gli uomini si trova qualche sapere, e questo non egualmente compartito a tutti, potette Socrate averne maggior parte de gli altri, e perciò verificarsi il responso dell'oracolo.

Sagr. Parmi di intender benissimo questo punto. Tra gli uomini, signor Simplicio, è la potestà di operare, ma non egualmente participata da tutti: e non è dubbio che la potenza d'un imperadore è maggiore assai che quella d'una persona privata; ma e questa e quella è nulla in comparazione dell'onnipotenza divina. Tra gli uomini vi sono alcuni che intendon meglio l'agricoltura che molti altri; ma il saper piantar un sermento di vite in una fossa, che ha da far col saperlo far barbicare, attrarre il nutrimento, da quello scierre questa buona per farne le foglie, quest'altra per formarne i viticci, quella per i grappoli, quell'altra per l'uva, ed un'altra per i fiocini, che son poi l'opere della sapientissima natura? Questa è una sola opera particolare delle innumerabili che fa la natura, ed in essa sola si conosce un'infinita sapienza, talché si può concludere, il saper divino esser infinite volte infinito.

Sal. Eccone un altro esempio. Non direm noi che 'l sapere scoprire in un marmo una bellissima statua ha sublimato l'ingegno del Buonarruoti assai assai sopra gli ingegni comuni degli altri uomini? E questa opera non è altro che imitare una sola attitudine e disposizion di membra esteriore e superficiale d'un uomo immobile; e però che cosa è in comparazione d'un uomo fatto dalla natura, composto di tante membra esterne ed interne, de i tanti muscoli, tendini, nervi, ossa, che servono a i tanti e sì diversi movimenti? Ma che diremo de i sensi, delle potenze dell'anima, e finalmente dell'intendere? non possiamo noi dire, e con ragione, la fabbrica d'una statua cedere d'infinito intervallo alla

formazion d'un uomo vivo, anzi anco alla formazion d'un vilissimo verme?

Sagr. E qual differenza crediamo che fusse tra la colomba d'Archita ed una della natura?

Simpl. O io non sono un di quegli uomini che intendano, o 'n questo vostro discorso è una manifesta contradizione. Voi tra i maggiori encomii, anzi pur per il massimo di tutti, attribuite all'uomo, fatto dalla natura, questo dell'intendere; e poco fa dicevi con Socrate che 'l suo intendere non era nulla; adunque bisognerà dire che né anco la natura abbia inteso il modo di fare un intelletto che intenda.

Sal. Molto acutamente opponete; e per rispondere all'obbiezione, convien ricorrere a una distinzione filosofica, dicendo che l'intendere si può pigliare in due modi [69], cioè *intensive*, o vero *extensive*; e che *extensive*, cioè quanto alla moltitudine degli intelligibili, che sono infiniti, l'intender umano è come nullo, quando bene egli intendesse mille proposizioni, perché mille rispetto all'infinità è come un zero; ma pigliando l'intendere *intensive*, in quanto cotal termine importa intensivamente, cioè perfettamente, alcuna proposizione, dico che l'intelletto umano ne intende alcune così perfettamente, e ne ha così assoluta certezza, quanto se n'abbia l'istessa natura; e tali sono le scienze matematiche pure, cioè la geometria e l'aritmetica, delle quali l'intelletto divino ne sa bene infinite proposizioni di più, perché le sa tutte, ma di quelle poche intese dall'intelletto umano credo che la cognizione agguagli la divina nella certezza obiettiva, poiché arriva a comprenderne la necessità, sopra la quale non par che possa esser sicurezza maggiore.

Simpl. Questo mi pare un parlar molto resoluto ed ardito.

Sal. Queste son proposizioni comuni e lontane da ogni ombra di temerità o d'ardire e che punto non detraggono

[69] È con questa frase che Galilei innalza, alla fine della giornata prima, un alto elogio delle infinite possibilità di comprensione dell'intelletto umano, che in alcune proposizioni può raggiungere lo stesso intelletto divino, pur restandone al di sotto per l'estensione delle conoscenze.

di maestà alla divina sapienza, sì come niente diminuisce la Sua onnipotenza il dire che Iddio non può fare che il fatto non sia fatto. Ma dubito, signor Simplicio, che voi pigliate ombra per esser state ricevute da voi le mie parole con qualche equivocazione. Però, per meglio dichiararmi, dico che quanto alla verità di che ci danno cognizione le dimostrazioni matematiche, ella è l'istessa che conosce la sapienza divina; ma vi concederò bene che il modo col quale Iddio conosce le infinite proposizioni, delle quali noi conosciamo alcune poche, è sommamente più eccellente del nostro, il quale procede con discorsi e con passaggi di conclusione in conclusione, dove il Suo è di un semplice intuito: e dove noi, per esempio, per guadagnar la scienza d'alcune passioni del cerchio, che ne ha infinite, cominciando da una delle più semplici e quella pigliando per sua definizione, passiamo con discorso ad un'altra, e da questa alla terza, e poi alla quarta, etc., l'intelletto divino con la semplice apprensione della sua essenza comprende, senza temporaneo discorso, tutta la infinità di quelle passioni; le quali anco poi in effetto virtualmente si comprendono nelle definizioni di tutte le cose, e che poi finalmente, per esser infinite, forse sono una sola nell'essenza loro e nella mente divina. Il che né anco all'intelletto umano è del tutto incognito, ma ben da profonda e densa caligine adombrato, la qual viene in parte assottigliata e chiarificata quando ci siamo fatti padroni di alcune conclusioni fermamente dimostrate e tanto speditamente possedute da noi, che tra esse possiamo velocemente trascorrere: perché in somma, che altro è l'esser nel triangolo il quadrato opposto all'angolo retto eguale a gli altri due che gli sono intorno, se non l'esser i parallelogrammi sopra base comune e tra le parallele, tra loro eguali? e questo non è egli finalmente il medesimo che essere eguali quelle due superficie che adattate insieme non si avanzano, ma si racchiuggono dentro al medesimo termine? Or questi passaggi, che l'intelletto nostro fa con tempo e con moto di passo in passo, l'intelletto divino, a guisa di luce, trascorre in un instante, che è l'istesso che dire, gli ha sempre

tutti presenti. Concludo per tanto, l'intender nostro, e quanto al modo e quanto alla moltitudine delle cose intese, esser d'infinito intervallo superato dal divino; ma non però l'avvilisco tanto, ch'io lo reputi assolutamente nullo; anzi, quando io vo considerando quante e quanto maravigliose cose hanno intese investigate ed operate gli uomini, pur troppo chiaramente conosco io ed intendo, esser la mente umana opera di Dio, e delle più eccelenti.

Sagr. Io son molte volte andato meco medesimo considerando, in proposito di questo che di presente dite, quanto grande sia l'acutezza dell'ingegno umano; e mentre io discorro per tante e tanto maravigliose invenzioni trovate da gli uomini, sì nelle arti come nelle lettere, e poi fo reflessione sopra il saper mio, tanto lontano dal potersi promettere non solo di ritrovarne alcuna di nuovo, ma anco di apprendere delle già ritrovate, confuso dallo stupore ed afflitto dalla disperazione, mi reputo poco meno che infelice. S'io guardo alcuna statua delle eccellenti, dico a me medesimo: « E quando sapresti levare il soverchio da un pezzo di marmo, e scoprire sì bella figura che vi era nascosa? quando mescolare e distendere sopra una tela o parete colori diversi, e con essi rappresentare tutti gli oggetti visibili, come un Michelagnolo, un Raffaello, un Tiziano? » S'io guardo quel che hanno ritrovato gli uomini nel compartir gl'intervalli musici, nello stabilir precetti e regole per potergli maneggiar con diletto mirabile dell'udito, quando potrò io finir di stupire? Che dirò de i tanti e sì diversi strumenti? La lettura de i poeti eccellenti di qual meraviglia riempie chi attentamente considera l'invenzion de' concetti e la spiegatura loro? Che diremo dell'architettura? che dell'arte navigatoria? Ma sopra tutte le invenzioni stupende, qual eminenza di mente fu quella di colui che s'immaginò di trovar modo di comunicare i suoi più reconditi pensieri a qualsivoglia altra persona, benché distante per lunghissimo intervallo di luogo e di tempo? parlare con quelli che son nell'Indie, parlare a quelli che non sono ancora nati né saranno se

non di qua a mille e dieci mila anni? e con qual facilità? con i vari accozzamenti di venti caratteruzzi sopra una carta. Sia questo il sigillo di tutte le ammirande invenzioni umane, e la chiusa de' nostri ragionamenti di questo giorno: ed essendo passate le ore più calde, il signor Salviati penso io che avrà gusto di andare a godere de i nostri freschi in barca; e domani vi starò attendendo amendue per continuare i discorsi cominciati, etc.

GIORNATA SECONDA [1]

Sal. Le diversioni di ieri, che ci torsero dal dritto filo de' nostri principali discorsi, furon tante e tali, ch'io non so se potrò senza l'aiuto vostro rimettermi su la traccia, per poter procedere avanti.

Sagr. Io non mi meraviglio che voi, che avete ripiena e ingombrata la fantasia tanto delle cose dette quanto di quelle che restan da dirsi, vi troviate in qualche confusione; ma io, che per esser semplice ascoltatore altro non ritengo che le cose udite, potrò per avventura, col ricordarle sommariamente, rimettere il ragionamento su 'l suo filo. Per quello dunque che mi è restato in mente, fu la somma de i discorsi di ieri l'andar esaminando da i fondamenti loro, qual delle due opinioni sia più probabile e ragionevole: quella che tiene, la sustanza de i corpi celesti esser ingene-

[1] In questa giornata sono affrontate le principali obbiezioni contro il movimento della Terra, che Galilei controbatte ricorrendo all'esposizione, sia pure in forma non definitiva, del principio d'inerzia, che, intravisto per la prima volta da Giovanni Buridano e Leonardo, Galilei porrà in diretta relazione con la dottrina copernicana attraverso la teoria, qui pure riferita, della composizione del moto uniforme e naturale con quello violento di un proiettile, come farà anche nella quarta giornata dei *Discorsi intorno a due nuove scienze*. Con l'illustrazione, poi, della teoria del moto naturalmente accelerato dei corpi, Galilei potrà dimostrare che il moto è indipendente dal peso e così contribuirà a liberare ancora di più la dottrina copernicana dalle varie diffidenze e riserve. Importanti enunciazioni verranno poi fatte del principio di relatività galileiano e della legge sull'isocronismo pendolare.

rabile, incorruttibile, inalterabile, impassibile, ed in somma esente da ogni mutazione, fuor che dalla locale, e però essere una quinta essenza diversissima da questa de i nostri corpi elementari, generabili, corruttibili, alterabili, etc.; o pur l'altra che, levando tal difformità di parti dal mondo, reputa la Terra goder delle medesime perfezioni che gli altri corpi integranti dell'universo, ed esser in somma un globo mobile e vagante non men che la Luna, Giove, Venere o altro pianeta. Fecersi in ultimo molti paralleli particolari tra essa Terra e la Luna, e più con la Luna che con altro pianeta forse per aver noi di quella maggiore e più sensata notizia, mediante la sua minor lontananza. Ed avendo finalmente concluso, questa seconda opinione aver più del verisimile dell'altra, parmi che 'l progresso ne tirasse a cominciare a esaminare se la Terra si deva stimare immobile, come da i più è stato sin qui creduto, o pur mobile, come alcuni antichi filosofi [2] credettero ed altri da non molto tempo in qua stimano, e se mobile, qual possa essere il suo movimento.

Sal. Già comprendo e riconosco il segno del nostro cammino; ma innanzi che si cominci a proceder più oltre, devo dirvi non so che sopra queste ultime parole che avete detto, dell'essersi concluso la opinione che tien la Terra dotata delle medesime condizioni de i corpi celesti esser più verisimile della contraria: imperocché questo non ho io concluso, sì come non son né anco per concludere verun'altra delle proposizioni controverse; ma solo ho auta intenzione di produrre, tanto per l'una quanto per l'altra parte, quelle ragioni e risposte, instanze e soluzioni, che ad altri sin qui sono sovvenute, con qualche altra ancora che a me, nel lungamente pensarvi, è cascata in mente, lasciando poi la decisione all'altrui giudizio [3].

[2] Pitagora e soprattutto Aristarco di Samo avevano anticipato la teoria eliocentrica, che Galilei dichiara qui di avere condiviso fino al 1616.

[3] Per le cautele imposte al *Dialogo* dalla sentenza del S. Uffizio del 1616 e per l'intimazione che pare sia stata dal Bellarmino rivolta a Galilei (per cui cfr. M. Santillana, *Il dramma di Galileo*, Milano, Mondadori,

Sagr. Io mi era lasciato trasportare dal mio proprio sentimento, e credendo che in altri dovesse esser quel che io sentiva in me, feci universale quella conclusione che doveva far particolare; e veramente ho errato, e massime non sapendo il concetto del signor Simplicio qui presente.

Simpl. Io vi confesso che tutta questa notte sono andato ruminando le cose di ieri, e veramente trovo di molte belle nuove e gagliarde considerazioni; con tutto ciò mi sento stringer assai più dall'autorità di tanti grandi scrittori, ed in particolare... Voi scotete la testa, signor Sagredo, e sogghignate, come se io dicessi qualche grande esorbitanza.

Sagr. Io sogghigno solamente, ma crediatemi ch'io scoppio nel voler far forza di ritener le risa maggiori, perché mi avete fatto sovvenire di un bellissimo caso, al quale io mi trovai presente non sono molti anni, insieme con alcuni altri nobili amici miei, i quali vi potrei ancora nominare.

Sal. Sarà ben che voi ce lo raccontiate, acciò forse il signor Simplicio non continuasse di creder d'avervi esso mosse le risa.

Sagr. Son contento. Mi trovai un giorno in casa un medico molto stimato in Venezia, dove alcuni per loro studio, ed altri per curiosità, convenivano tal volta a veder qualche taglio di notomia per mano di uno veramente non men dotto che diligente e pratico notomista. Ed accadde quel giorno, che si andava ricercando l'origine e nascimento de i nervi, sopra di che è famosa controversia tra i medici Galenisti [4] ed

1960), l'autore è obbligato a subordinare la sua personale convinzione della dottrina eliocentrica al giudizio delle superiori autorità ecclesiastiche. Cfr. più sopra a p. 15.

[4] Claudio Galeno (131-201) rappresentò fino al sec. XVI un'indiscussa autorità nel campo della fisiologia umana: convinto teleologista, riteneva che ogni cosa fosse stata creata da Dio con fine proprio, sicché la sua teoria trovò ben presto l'accordo con la concezione essenzialmente teleologica del Medioevo, sia esso cristiano o maomettano. Convinto dell'esistenza di un piano razionale della divinità per la disposizione delle cose terrene, rimandava ogni spiegazione ultima alla conoscenza di questa divina volontà, subordinando ogni conclusione scientifica al sapere teologico. La sua stessa concezione del corpo umano, con la distinzione di tre ordini di attività e con tre centri di vita (il fegato, in cui risiede lo spirito naturale, il cuore, sede dello spirito vitale e il cervello sede dello spirito

i Peripatetici; e mostrando il notomista come, partendosi dal cervello e passando per la nuca, il grandissimo ceppo de i nervi si andava poi distendendo per la spinale e diramandosi per tutto il corpo, e che solo un filo sottilissimo come il refe arrivava al cuore, voltosi ad un gentil uomo ch'egli conosceva per filosofo peripatetico, e per la presenza del quale egli aveva con estraordinaria diligenza scoperto e mostrato il tutto, gli domandò s'ei restava ben pago e sicuro, l'origine de i nervi venir dal cervello e non dal cuore; al quale il filosofo, doppo essere stato alquanto sopra di sé, rispose: « Voi mi avete fatto veder questa cosa talmente aperta e sensata, che quando il testo d'Aristotile non fusse in contrario, che apertamente dice, i nervi nascer dal cuore, bisognerebbe per forza confessarla per vera. »

Simpl. Signori, io voglio che voi sappiate che questa disputa dell'origine de i nervi non è miga così smaltita e decisa come forse alcuno si persuade.

Sagr. Né sarà mai al sicuro, come si abbiano di simili contradittori; ma questo che voi dite non diminuisce punto la stravaganza della risposta del Peripatetico, il quale contro a così sensata esperienza non produsse altre esperienze o ragioni d'Aristotile, ma la sola autorità ed il puro *Ipse dixit:*

Simpl. Aristotile non si è acquistata sì grande autorità se non per la forza delle sue dimostrazioni e della profondità de i suoi discorsi; ma bisogna intenderlo, e non solamente intenderlo, ma aver tanta gran pratica ne' suoi libri, che se ne sia formata un'idea perfettissima, in modo che ogni suo detto vi sia sempre innanzi alla mente; perché e' non ha scritto per il volgo, né si è obligato a infilzare i suoi

animale) servì a confermare pregiudizi sull'esistenza umana e ad avallare teorie astratte ed arbitrarie che il naturalismo scientifico dei secc. XVI e XVII con Andrea Vesalio, con Girolamo Fabrici d'Acquapendente, Realdo Colombo e soprattutto con William Harvey, si preoccuperà di respingere attraverso una decisa battaglia culturale contro le riserve e le resistenze opposte da una diffusa opinione comune circa lo stato fisiologico dell'uomo, che si avvaleva del prestigio ormai indiscusso del galenismo. Una battaglia in certo modo simile, anche se meno drammatica, di quella condotta da Galilei contro la cosmologia tolemaica.

silogismi col metodo triviale ordinato [5], anzi, servendosi del perturbato, ha messo talvolta la prova di una proposizione fra testi che par che trattino di ogni altra cosa: e però bisogna aver tutta quella grande idea, e saper combinar questo passo con quello, accozzar questo testo con un altro remotissimo; ch' e' non è dubbio che chi averà questa pratica, saprà cavar da' suoi libri le dimostrazioni di ogni scibile, perché in essi è ogni cosa.

Sagr. Ma, signor Simplicio mio, come l'esser le cose disseminate in qua e in là non vi dà fastidio, e che voi crediate con l'accozzamento e con la combinazione di varie particelle trarne il sugo, questo che voi e gli altri filosofi bravi farete con i testi d'Aristotile, farò io con i versi di Virgilio o di Ovidio, formandone centoni ed esplicando con quelli tutti gli affari de gli uomini e i segreti della natura. Ma che dico io di Virgilio o di altro poeta? io ho un libretto assai più breve d'Aristotile e d'Ovidio, nel quale si contengono tutte le scienze, e con pochissimo studio altri se ne può formare una perfettissima idea: e questo è l'alfabeto; e non è dubbio che quello che saprà ben accoppiare e ordinare questa e quella vocale con quelle consonanti o con quell'altre, ne caverà le risposte verissime a tutti i dubbi e ne trarrà gli insegnamenti di tutte le scienze e di tutte le arti, in quella maniera appunto che il pittore da i semplici colori diversi, separatamente posti sopra la tavolozza, va, con l'accozzare un poco di questo con un poco di quello e di quell'altro, figurando uomini, piante, fabbriche, uccelli, pesci, ed in somma imitando tutti gli oggetti visibili, senza che su la tavolozza sieno né occhi né penne né squamme né foglie né sassi: anzi pure è necessario che nessuna delle cose da imitarsi, o parte alcuna di quelle, sieno attualmente tra i colori, volendo che con essi si possano rappresentare tutte

[5] È il criterio di successione ordinata, per cui dalle premesse si giunge alla conclusione per mezzo del termine medio. A questo metodo ordinato, secondo Simplicio Aristotele avrebbe affiancato il metodo « perturbato » proprio dei geometri greci, per cui cfr. i *Discorsi intorno a due nuove scienze*, p. 626, n. 20.

le cose; ché se vi fussero, verbigrazia, penne, queste non servirebbero per dipignere altro che uccelli o pennacchi.

Sal. E' son vivi e sani alcuni gentil uomini che furon presenti quando un dottor leggente in uno Studio famoso, nel sentir circoscrivere il telescopio, da sé non ancor veduto, disse che l'invenzione era presa da Aristotile; e fattosi portare un testo, trovò certo luogo dove si rende la ragione onde avvenga che dal fondo d'un pozzo molto cupo si possano di giorno veder le stelle in cielo [6]; e disse a i circostanti: « Eccovi il pozzo, che denota il cannone; eccovi i vapori grossi, da i quali è tolta l'invenzione de i cristalli; ed eccovi finalmente fortificata la vista nel passare i raggi per il diafano più denso e oscuro ».

Sagr. Questo è un modo di contener tutti gli scibili assai simile a quello col quale un marmo contiene in sé una bellissima, anzi mille bellissime statue; ma il punto sta a saperle scoprire; o vogliam dire che e' sia simile alle profezie di Giovacchino [7] o a' responsi degli oracoli de' gentili, che non s'intendono se non doppo gli eventi delle cose profetizate.

Sal. E dove lasciate voi le predizioni de' genetliaci, che tanto chiaramente doppo l'esito si veggono nel tema o vogliam dire nella figura celeste?

Sagr. In questa guisa trovano gli alchimisti, guidati dall'umor melanconico, tutti i più elevati ingegni del mondo non aver veramente scritto mai d'altro che del modo di far l'oro, ma, per dirlo senza palesarlo al volgo, esser andati ghiribizando chi questa e chi quell'altra maniera di adombrarlo sotto varie coperte: e piacevolissima cosa è il sentire i comenti loro sopra i poeti antichi, ritrovando i misteri importantissimi che sotto le favole loro si nascondono, e quello

[6] *De generatione animalium*, V, 1: « A guardare per una canna, le cose si vedono sempre le stesse, ma si vede più lontano; come anche a guardare le stelle da un fosso o da un pozzo ».

[7] Gioacchino da Fiore, monaco calabrese, nato verso il 1130, dotato di spirito profetico, e noto per una singolare teoria sulla storia del mondo, che si svolgerebbe attraverso tre epoche, di cui l'ultima sarebbe quella dello spirito, che avrebbe risolto tutte le contraddizioni esistenti sulla Terra.

che importino gli amori della Luna, e 'l suo scendere in Terra per Endimione, l'ira sua contro Atteone, e quando Giove si converte in pioggia d'oro, e quando in fiamme ardenti, e quanti gran segreti dell'arte sieno in quel Mercurio interprete, in quei ratti di Plutone, in quei rami d'oro.

Simpl. Io credo, e in parte so, che non mancano al mondo de' cervelli molto stravaganti, le vanità de' quali non dovrebbero ridondare in pregiudizio d'Aristotile, del quale mi par che voi parliate talvolta con troppo poco rispetto; e la sola antichità, e 'l gran nome che si è acquistato nelle menti di tanti uomini segnalati, dovrebbe bastar a renderlo riguardevole appresso di tutti i letterati.

Sal. Il fatto non cammina così, signor Simplicio: sono alcuni suoi seguaci troppo pusillanimi, che danno occasione, o, per dir meglio, che darebbero occasione, di stimarlo meno, quando noi volessimo applaudere alle loro leggereze. E voi ditemi in grazia, sete così semplice che non intendiate che quando Aristotile fusse stato presente a sentir il dottor che lo voleva far autor del telescopio, si sarebbe molto più alterato contro di lui che contro quelli che del dottore e delle sue interpretazioni si ridevano? Avete voi forse dubbio che quando Aristotile vedesse le novità scoperte in cielo, e' non fusse per mutar opinione e per emendar i suoi libri e per accostarsi alle più sensate dottrine, discacciando da sé quei così poveretti di cervello che troppo pusillanimamente s'inducono a voler sostenere ogni suo detto, senza intendere che quando Aristotile fusse tale quale essi se lo figurano, sarebbe un cervello indocile, una mente ostinata, un animo pieno di barbarie, un voler tirannico, che, reputando tutti gli altri come pecore stolide, volesse che i suoi decreti fussero anteposti a i sensi, alle esperienze, alla natura istessa? Sono i suoi seguaci che hanno dato l'autorità ad Aristotile, e non esso che se la sia usurpata o presa; e perché è più facile il coprirsi sotto lo scudo d'un altro che 'l comparire a faccia aperta, temono né si ardiscono d'allontanarsi un sol passo, e più tosto che mettere qualche alterazione nel cielo di Aristotile, vogliono impertinentemente negar quelle che veggono nel cielo della natura.

Sagr. Questi tali mi fanno sovvenire di quello scultore, che avendo ridotto un gran pezzo di marmo all'immagine non so se d'un Ercole o di un Giove fulminante, e datogli con mirabile artifizio tanta vivacità e fierezza che moveva spavento a chiunque lo rimirava, esso ancora cominciò ad averne paura, se ben tutto lo spirito e la movenza era opera delle sue mani; e 'l terrore era tale, che più non si sarebbe ardito di affrontarlo con le subbie e 'l mazzuolo.

Sal. Io mi son più volte maravigliato come possa esser che questi puntuali mantenitori d'ogni detto d'Aristotile non si accorgano di quanto gran progiudizio e' sieno alla reputazione ed al credito di quello, e quanto, nel volergli accrescere autorità, gliene detraggano; perché, mentre io gli veggo ostinati in voler sostener proposizioni le quali io tocchi con mano esser manifestamente false, ed in volermi persuadere che così far convenga al vero filosofo e che così farebbe Aristotile medesimo, molto si diminuisce in me l'opinione che egli abbia rettamente filosofato intorno ad altre conclusioni a me più recondite: ché quando io gli vedessi cedere e mutare opinione per le verità manifeste, io crederei che in quelle dove e' persistessero, potessero avere salde dimostrazioni, da me non intese o sentite.

Sagr. O vero, quando gli paresse di metter troppo della lor reputazione e di quella d'Aristotile nel confessar di non aver saputa questa o quella conclusione ritrovata da un altro, non sarebb'ei manco male il ritrovarla tra i suoi testi con l'accozzarne diversi, conforme alla pratica significataci dal signor Simplicio? perché se vi è ogni scibile, è ben anco forza che vi si possa ritrovare.

Sal. Signor Sagredo, non vi fate beffe di questo avvedimento, che mi par che lo proponghiate burlando; perché non è gran tempo che avendo un filosofo di gran nome composto un libro dell'anima, nel quale, in riferir l'opinione d'Aristotile circa l'esser o non essere immortale, adduceva molti testi, non già de i citati da Alessandro [8], perché in

[8] Alessandro di Afrodisia, vissuto nel III secolo d. C., editore e commentatore del *corpus* aristotelico; al suo nome si richiamò una corrente

quelli diceva che Aristotile non trattava né anco di tal materia, non che determinasse cosa veruna attenente a ciò, ma altri da sé ritrovati in altri luoghi reconditi, che piegavano al senso pernizioso, e venendo avvisato che egli avrebbe avute delle difficultà nel farlo licenziare, riscrisse all'amico che non però restasse di procurarne la spedizione, perché, quando non se gli intraversasse altro ostacolo, non aveva difficultà niuna circa il mutare la dottrina d'Aristotile, e non altre esposizioni e con altri testi sostener l'opinion contraria, pur conforme alla mente d'Aristotile.

Sagr. O questo dottor sì, che mi può comandare, che non si vuol lasciar infinocchiar da Aristotile, ma vuol esso menar lui per il naso e farlo dire a suo modo! Vedete quanto importa il saper pigliar il tempo opportuno! Ei non si deve ridurre a negoziar con Ercole mentre è imbizarrito e su le furie, ma quando sta favoleggiando tra le Meonie ancelle [9]. Ah viltà inaudita d'ingegni servili! farsi spontaneamente mancipio, accettar per inviolabili decreti, obligarsi a chiamarsi persuaso e convinto da argomenti che sono tanto efficaci e chiaramente concludenti, che gli stessi non sanno risolversi s'e' sien pure scritti in quel proposito e se e' servano per provar quella tal conclusione! Ma dichiamo la pazzia maggiore: che tra lor medesimi sono ancor dubbi, se l'istesso autore abbia tenuto la parte affermativa o la negativa. È egli questo un far loro oracolo una statua di legno, ed a quella correr per i responsi, quella temere, quella riverire, quella adorare?

Simpl. Ma quando si lasci Aristotele, chi ne ha da essere scorta nella filosofia? nominate voi qualche autore.

Sal. Ci è bisogno di scorta ne i paesi incogniti e selvaggi ma ne i luoghi aperti e piani i ciechi solamente hanno bisogno di guida; e chi è tale, è ben che si resti in casa, ma chi ha gli occhi nella fronte e nella mente, di quelli si ha

di filosofi aristotelici del Rinascimento, il cui esponente più illustre fu Pietro Pomponazzi, i quali negavano l'immortalità dell'anima individuale.

[9] T. Tasso, *Gerusalemme liberata*, XVI, 3: « Mirasi qui tra le meonie ancelle — favoleggiar con la conocchia Alcide ».

da servire per iscorta. Né perciò dico io che non si deva ascoltare Aristotile, anzi laudo il vederlo e diligentemente studiarlo, e solo biasimo il darsegli in preda in maniera che alla cieca si sottoscriva a ogni suo detto e, senza cercarne altra ragione, si deva avere per decreto inviolabile; il che è un abuso che si tira dietro un altro disordine estremo, ed è che altri non si applica più a cercar d'intender la forza delle sue dimostrazioni. E qual cosa è più vergognosa che 'l sentir nelle publiche dispute, mentre si tratta di conclusioni dimostrabili, uscir un di traverso con un testo, e bene spesso scritto in ogni altro proposito, e con esso serrar la bocca all'avversario? Ma quando pure voi vogliate continuare in questo modo di studiare, deponete il nome di filosofi, e chiamatevi o istorici o dottori di memoria; ché non conviene che quelli che non filosofano mai, si usurpino l'onorato titolo di filosofo. Ma è ben ritornare a riva, per non entrare in un pelago infinito, del quale in tutt'oggi non si uscirebbe. Però, signor Simplicio, venite pure con le ragioni e con le dimostrazioni, vostre o di Aristotile, e non con testi e nude autorità, perché i discorsi nostri hanno a essere intorno al mondo sensibile, e non sopra un mondo di carta. E perché nel discorso di ieri si cavò dalle tenebre e si espose al cielo aperto la Terra, mostrando che 'l volerla connumerare tra quelli che noi chiamiamo corpi celesti non era proposizione talmente convinta e prostrata che non gli restasse qualche spirito vitale, séguita che noi andiamo esaminando quello che abbia di probabile il tenerla fissa e del tutto immobile, intendendo quanto al suo intero globo, e quanto possa avere di verisimilitudine il farla mobile di alcun movimento, e di quale: e perché in tal quistione io sono ambiguo, ed il signor Simplicio risoluto, insieme con Aristotile, per la parte dell'immobilità, egli di passo in passo andrà portando i motivi per la loro opinione, ed io le risposte e gli argomenti per la parte contraria, ed il signor Sagredo dirà i moti dell'animo suo ed in qual parte e' si sentirà tirare.

Sagr. Io son molto contento, con questo però che a me ancora resti libertà di produrre quel che mi dettasse talora il discorso semplice naturale.

Sal. Anzi di cotesto io in particolare ve ne supplico; perché delle considerazioni più facili e, per così dire, materiali, credo che poche ne sieno state lasciate indietro da gli scrittori, talché solamente qualcuna delle più sottili e recondite può desiderarsi e mancare; e per investigar queste, qual altra sottigliezza può esser più atta di quella dell'ingegno del signor Sagredo, acutissimo e perspicacissimo?

Sagr. Io son tutto quel che piace al signor Salviati, ma di grazia non mettiam mano in un'altra sorte di diversioni di cerimonie, perché ora son filosofo, e sono in scuola e non al Broio [10].

Sal. Sia dunque il principio della nostra contemplazione il considerare che qualunque moto venga attribuito alla Terra, è necessario che a noi, come abitatori di quella ed in conseguenza partecipi del medesimo, ei resti del tutto impercettibile e come s'e' non fusse, mentre che noi riguardiamo solamente alle cose terrestri; ma è bene, all'incontro, altrettanto necessario che il medesimo movimento ci si rappresenti comunissimo di tutti gli altri corpi ed oggetti visibili che, essendo separati dalla Terra, mancano di quello. A tal che il vero metodo per investigare se moto alcuno si può attribuire alla Terra, e, potendosi, quale e' sia, è il considerare ed osservare se ne i corpi separati dalla Terra si scorge apparenza alcuna di movimento, il quale egualmente competa a tutti; perché un moto che solamente si scorgesse, verbigrazia, nella Luna, e che non avesse che far niente con Venere o con Giove né con altre stelle, non potrebbe in veruna maniera esser della Terra, né di altri che della Luna. Ora, ci è un moto generalissimo e massimo sopra tutti, ed è quello per il quale il Sole, la Luna, gli altri pianeti e le stelle fisse, ed in somma l'universo tutto, trattane la sola Terra, ci appariscono unitamente muoversi da oriente verso occidente dentro allo spazio di venti quattr'ore, e questo, in quanto a questa prima apparenza, non ha repugnanza di potere esser tanto della Terra sola, quanto di tutto il resto

[10] Per Broglio, o Broio o Broletto, s'intendeva un luogo di riunioni pubbliche.

del mondo, trattone la Terra; imperocché le medesime apparenze si vedrebbero tanto nell'una posizione quanto nell'altra. Quindi è che Aristotile e Tolomeo, come quelli che avevano penetrata questa considerazione, nel voler provare la Terra esser immobile, non argumentano contro ad altro movimento che a questo diurno; salvo però che Aristotile tocca un non so che contro ad un altro moto attribuitogli da un amico, del quale parleremo a suo luogo.

Sagr. Io resto molto ben capace della necessità con la quale conclude il vostro discorso, ma mi nasce un dubbio, del quale non so liberarmi; e questo è, che attribuendo il Copernico alla Terra un altro movimento oltre al diurno, il quale, per la regola pur ora dichiarata, dovrebbe restare a noi, quanto all'apparenza, impercettibile nella Terra, ma visibile in tutto il resto del mondo, parmi di poter necessariamente concludere, o che egli abbia manifestamente errato nell'assegnare alla Terra un moto del quale non apparisca in cielo la sua general corrispondenza, o vero che, se la rispondenza vi è, altrettanto sia stato manchevole Tolomeo a non reprovar questo, sì come reprovò l'altro.

Sal. Molto ragionevolmente avete dubitato; e quando verremo a trattare dell'altro movimento, vedrete di quanto intervallo abbia il Copernico superato di accortezza e perspicacità d'ingegno Tolomeo, mentre egli ha veduto quello che esso non vedde, dico la mirabil corrispondenza con la quale tal movimento si reflette in tutto il resto de i corpi celesti. Ma per ora sospendiamo questa parte e torniamo alla prima considerazione; intorno alla quale andrò proponendo, cominciandomi dalle cose più generali, quelle ragioni che par che favoriscano la mobilità della Terra, per sentir poi dal signor Simplicio le repugnanti. E prima, se noi considereremo solamente la mole immensa della sfera stellata, in comparazione della piccolezza del globo terrestre, contenuto da quella per tanti milioni di volte, e più penseremo alla velocità del moto che deve in un giorno e in una notte fare una intera conversione, io non mi posso persuadere che trovar si potesse alcuno che avesse per cosa più ragio-

nevole e credibile che la sfera celeste fusse quella che desse la volta, ed il globo terrestre restasse fermo.

Sagr. Se per tutta l'università degli effetti che possono aver in natura dependenza da movimenti tali, seguissero indifferentemente tutte le medesime conseguenze a capello tanto dall'una posizione quanto dall'altra, io, quanto alla mia prima e generale apprensione, stimerei che colui che reputasse più ragionevole il far muover tutto l'universo, per ritener ferma la Terra, fusse più irragionevole di quello che, sendo salito in cima della vostra Cupola non per altro che per dare una vista alla città ed al suo contado, domandasse che se gli facesse girare intorno tutto il paese, acciò non avesse egli ad aver la fatica di volger la testa: e ben vorrebbero esser molte e grandi le comodità che si traesser da quella posizione e non da questa, che pareggiassero nel mio concetto e superasser questo assurdo, sì che mi rendesser più credibile quella che questa. Ma forse Aristotile, Tolomeo e il signor Simplicio ci devono trovare i lor vantaggi, li quali sarà bene che sien proposti a noi ancora, se vi sono, o mi sia dichiarato come e' non vi sieno né possano essere.

Sal. Io sì come, per molto che ci abbia pensato, non ho potuto trovar diversità alcuna, così mi par d'aver trovato che diversità alcuna non vi possa essere; onde io stimo il più cercarla esser in vano. Però notate: il moto in tanto è moto e come moto opera, in quanto ha relazione a cose che di esso mancano [11]; ma tra le cose che tutte ne participano

[11] Le ricerche compiute da Galilei intorno al movimento dei corpi, condotte fin dagli anni giovanili e culminanti nel trattato del *De motu accelerato*, il cui contenuto si ritroverà in larga misura nella terza giornata dei *Discorsi*, e nel trattato *Le Mecaniche*, hanno liberato la nozione di movimento da ogni carattere metafisico ed ontologico. Significativo fu al riguardo il superamento, compiuto proprio attraverso quegli scrittori, della medievale teoria dell'*impetus*, la quale, pur nel tentativo di sottrarre la meccanica medievale dalla sudditanza al pensiero aristotelico, in effetti continuava a postulare per il movimento una causa e ricadeva quindi nelle medesime condizioni per cui veniva criticata la teoria aristotelica. Perciò sarà possibile a Galilei precisare, contro tutte le obbiezioni tradizionali al movimento della Terra, le condizioni di tale movimento e le sue relazioni col movimento dei corpi in essa contenuti. Col principio della composizione del movimento, che verrà illustrato in queste pagine, egli

egualmente, niente opera ed è come s'e' non fusse: e così le mercanzie delle quali è carica la nave, in tanto si muovono, in quanto, lasciando Venezia, passano per Corfù, per Candia, per Cipro, e vanno in Aleppo, li quali Venezia, Corfù, Candia etc. restano, né si muovono con la nave; ma per le balle, casse ed altri colli, de' quali è carica e stivata la nave, e rispetto alla nave medesima, il moto da Venezia in Sorìa è come nullo, e niente altera la relazione che è tra di loro, e questo, perché è comune a tutti ed egualmente da tutti è participato; e quando delle robe che sono in nave una balla si sia discostata da una cassa un sol dito, questo solo sarà stato per lei movimento maggiore, in relazione alla cassa, che 'l viaggio di dua mila miglia fatto da loro di conserva.

Simpl. Questa è dottrina buona, soda e tutta peripatetica.

Sal. Io l'ho per più antica; e dubito che Aristotile, nel pigliarla da qualche buona scuola, non la penetrasse interamente, e che però, avendola scritta alterata, sia stato causa di confusione, mediante quelli che voglion sostenere ogni suo detto: e quando egli scrisse che tutto quel che si muove, si muove sopra qualche cosa immobile, dubito che equivocasse dal dire che tutto quel che si muove, si muove rispetto a qualche cosa immobile, la qual proposizione non patisce difficultà veruna, e l'altra ne ha molte.

potrà dimostrare che nessuna contraddizione può esservi tra il movimento inerziale, circolare ed uniforme, quale egli credette il movimento di rivoluzione della Terra attorno al sole, ed il movimento rettilineo ed uniformemente accelerato dei corpi terrestri in caduta libera. Questo principio verrà espresso proprio in questa giornata (pp. 191 segg.), attraverso l'esempio di una nave, che scorre sul mare in bonaccia lasciandosi andare alla deriva, e di una pietra lanciata dall'alto dell'albero maestro, che cadrebbe sempre ai piedi dell'albero, anche se la nave si è nel frattempo spostata, e preluderà all'illustrazione del principio di relatività. Può essere interessante osservare che già nel sec. XIV, Nicola di Oresme, nel suo *Libro del cielo*, aveva anticipato questa teoria, sostenendo che il solo movimento osservabile è il movimento relativo, e quindi « a noi sembra che la parte in cui ci troviamo sia ferma e l'altra in movimento, così come ad un uomo che si trovi in una nave che si muove sembrerà che si muovano gli alberi che stanno fuori, e similmente se un uomo fosse nel cielo, ammesso che questo fosse mosso con un moto giornaliero, gli sembrerebbe che fosse la terra a muoversi quotidianamente, così come a noi che siamo sulla terra pare per il cielo ».

Sagr. Di grazia, non rompiamo il filo, e seguite avanti il discorso incominciato.

Sal. Essendo dunque manifesto che il moto il quale sia comune a molti mobili, è ozioso e come nullo in quanto alla relazione di essi mobili tra di loro, poiché tra di essi niente si muta, e solamente è operativo nella relazione che hanno essi mobili con altri che manchino di quel moto, tra i quali si muta abitudine; ed avendo noi diviso l'universo in due parti, una delle quali è necessariamente mobile, e l'altra immobile; per tutto quello che possa depender da cotal movimento, tanto è far muover la Terra sola quanto tutto 'l resto del mondo, poiché l'operazione di tal moto non è in altro che nella relazione che cade tra i corpi celesti e la Terra, la qual sola relazione è quella che si muta. Ora, se per conseguire il medesimo effetto *ad unguem* tanto fa se la sola Terra si muova, cessando tutto il resto dell'universo, che se, restando ferma la Terra sola, tutto l'universo si muova di un istesso moto, chi vorrà credere che la natura (che pur, per comun consenso, non opera con l'intervento di molte cose quel che si può fare col mezo di poche) abbia eletto di far muovere un numero immenso di corpi vastissimi, e con una velocità inestimabile, per conseguir quello che col movimento mediocre di un solo intorno al suo proprio centro poteva ottenersi?

Simpl. Io non bene intendo come questo grandissimo moto sia come nullo per il Sole, per la Luna, per gli altri pianeti e per l'innumerabile schiera delle stelle fisse. E come direte voi esser nulla il passare il Sole da un meridiano all'altro, alzarsi sopra questo orizonte, abbassarsi sotto quello, arrecare ora il giorno ora la notte, simili variazioni far la Luna e gli altri pianeti e le stelle fisse ancora?

Sal. Tutte coteste variazioni raccontate da voi non son nulla, se non in relazion alla Terra. E che ciò sia vero, rimovete con l'immaginazione la Terra: non resta più al mondo né nascere né tramontar di Sole o di Luna, né orizonti né meridiani, né giorni né notti, né in somma per tal movimento nasce mai mutazione alcuna tra la Luna e 'l Sole o altre qualsivoglino stelle, sian fisse o erranti; ma tutte

le mutazioni hanno relazione alla Terra; le quali tutte in somma non importano poi altro che 'l mostrare il Sole ora alla Cina, poi alla Persia, dopo all'Egitto, alla Grecia, alla Francia, alla Spagna, all'America etc., e far l'istesso della Luna e del resto de i corpi celesti, la qual fattura segue puntualmente nel modo medesimo se, senza imbrigar sì gran parte dell'universo, si faccia rigirare in se stesso il globo terrestre. Ma raddoppiamo la difficoltà con un'altra grandissima: la quale è, che quando si attribuisca questo gran moto al cielo, bisogna di necessità farlo contrario a i moti particolari di tutti gli orbi de i pianeti, de i quali ciascheduno senza controversia ha il movimento suo proprio da occidente verso oriente, e questo assai piacevole e moderato, e convien poi fargli rapire in contrario [12], cioè da oriente in occidente, da questo rapidissimo moto diurno; dove che, facendosi muover la Terra in se stessa, si leva la contrarietà de' moti, ed il solo movimento da occidente in oriente si accomoda a tutte le apparenze e sodisfà a tutte compiutamente.

Simpl. Quanto alla contrarietà de i moti, importerebbe poco, perché Aristotile dimostra che i moti circolari non son contrarii fra di loro, e che la loro non si può chiamar vera contrarietà.

Sal. Lo dimostra Aristotile, o pur lo dice solamente perché così compliva a certo suo disegno? Se contrarii son quelli, come egli stesso afferma, che scambievolmente si destruggono, io non so vedere come due mobili che s'incontrino sopra una linea circolare, si abbiano a offender meno che incontrandosi sopra una linea retta.

Sagr. Di grazia, fermate un poco. Ditemi, signor Simplicio, quando due cavalieri si incontrano giostrando a campo aperto, o pure quando due squadre intere o due armate in

[12] Secondo le antiche teorie, i pianeti, oltre al movimento diurno da oriente ad occidente, compivano un moto intorno alla Terra da occidente ad oriente, con un'evidente contraddizione, che solo il moto attribuito alla Terra poteva risolvere.

mare si vanno ad investire e si rompono e si sommergono, chiameresti voi cotali incontri contrarii tra di loro?

Simpl. Diciamoli contrarii.

Sagr. Come dunque ne i moti circolari non è contrarietà? Questi, essendo fatti sopra la superficie della terra o dell'acqua, che sono, come voi sapete, sferiche, vengono ad esser circolari. Sapete voi, signor Simplicio, quali sono i moti circolari che non son tra loro contrarii? son quelli di due cerchi che si toccano per di fuora, che, girandone uno, fa naturalmente muover l'altro diversamente; ma se uno sarà dentro all'altro, è impossibil che i moti loro fatti in diverse parti non si contrastino l'un l'altro.

Sal. Ma contrarii o non contrarii, queste sono altercazioni di parole; ed io so che in fatti molto più semplice e natural cosa è il poter salvare il tutto con un movimento solo, che l'introdurne due, se non volete chiamarli contrarii, ditegli opposti: né io vi porgo questa introduzione per impossibile, né pretendo di trar da essa una dimostrazione necessaria, ma solo una maggior probabilità. Si rinterza l'inverisimile col disordinare sproporzionatissimamente l'ordine che noi veggiamo sicuramente esser tra quei corpi celesti la circolazion de' quali non è dubbia, ma certissima. E l'ordine è, che secondo che un orbe è maggiore, finisce il suo rivolgimento in tempo più lungo, ed i minori in più breve [13]: e così Saturno, descrivendo un cerchio maggior di tutti gli altri pianeti, lo complisce in trent'anni; Giove si rivolge nel suo minore in anni dodici, Marte in dua; la Luna passa il suo, tanto più piccolo, in un sol mese; e non men sensibilmente vediamo, delle stelle Medicee la più vicina a Giove far il suo rivolgimento in brevissimo tempo, cioè in ore quarantadua in circa, la seguente in tre giorni e mezo, la terza in giorni sette, e la più remota in sedici: e questo

[13] Nell'*Harmonices mundi* (1619), Giovanni Keplero dimostrò, con la sua terza legge sui movimenti dei pianeti, che i cubi dei semiassi maggiori delle ellissi percorse dai pianeti sono proporzionali ai quadrati dei relativi tempi di rivoluzione. Ma Galilei non volle mai accettare le leggi kepleriane, forse per quella diversa educazione filosofico-scientifica che, nonostante tutto, manteneva distanti i due scienziati.

tenore assai concorde non punto verrà alterato mentre si faccia che il movimento delle ventiquattr'ore sia del globo terrestre in se stesso; che, quando si voglia ritener la Terra immobile, è necessario, dopo l'esser passati dal periodo brevissimo della Luna a gli altri conseguentemente maggiori, fino a quel di Marte in due anni, e di lì a quel della maggiore sfera di Giove in anni dodici, e da questa all'altra maggiore di Saturno, il cui periodo è di trent'anni, è necessario, dico, trapassare ad un'altra sfera incomparabilmente maggiore, e farla finire un'intera revoluzione in vintiquattr'ore. E questo poi è il minimo disordinamento che si possa introdurre; perché se altri volesse dalla sfera di Saturno passare alla stellata, e farla tanto più grande di quella di Saturno quanto a proporzione converrebbe rispetto al suo movimento tardissimo di molte migliaia d'anni, bisognerebbe con molto più sproporzionato salto trapassar da questa ad un'altra maggiore, e farla convertibile in ventiquattr'ore. Ma dandosi la mobilità alla Terra, l'ordine de' periodi vien benissimo osservato, e dalla sfera pigrissima di Saturno si trapassa alle stelle fisse, del tutto immobili, e viensi a sfuggire una quarta difficultà, la qual bisogna necessariamente ammettere quando la sfera stellata si faccia mobile; e questa è la disparità immensa tra i moti di esse stelle, delle quali altre verranno a muoversi velocissimamente in cerchi vastissimi, altre lentissimamente in cerchi piccolissimi, secondo che queste e quelle si troveranno più o meno vicine a i poli; che pure ha dell'inconveniente, sì perché noi veggiamo quelle, del moto delle quali non si dubita, muoversi tutte in cerchi massimi, sì ancora perché pare con non buona determinazione fatto il constituir corpi, che s'abbiano a muover circolarmente, in distanze immense dal centro, e fargli poi muovere in cerchi piccolissimi. E non pure le grandezze de i cerchi ed in conseguenza le velocità de i moti di queste stelle saranno diversissimi da i cerchi e moti di quell'altre, ma le medesime stelle andranno variando suoi cerchi e sue velocità (e sarà il quinto inconveniente), avvengaché quelle che due mil'anni fa erano nell'equinoziale, ed in conseguenza descrivevano col moto cerchi massimi, trovandosene a i tempi

nostri lontane per molti gradi, bisogna che siano fatte più tarde di moto e ridottesi a muoversi in minori cerchi; e non è lontano dal poter accader che venga tempo nel quale alcuna di loro, che per l'addietro si sia mossa sempre, si riduca, congiugnendosi col polo, a star ferma, e poi ancora, dopo la quiete di qualche tempo, torni a muoversi: dove che l'altre stelle, che si muovono sicuramente, tutte descrivono, come si è detto, il cerchio massimo dell'orbe loro, ed in quello immutabilmente si mantengono [14]. Accresce l'inverisimile (e sia il sesto inconveniente), a chi più saldamente discorre, l'essere inescogitabile qual deva esser la solidità di quella vastissima sfera, nella cui profondità sieno così tenacemente saldate tante stelle, che senza punto variar sito tra loro, concordemente vengono con sì gran disparità di moti portate in volta: o se pure il cielo è fluido, come assai più ragionevolmente convien credere, sì che ogni stella per se stessa per quello vadia vagando [15], qual legge regolerà i moti loro ed a che fine, per far che, rimirati dalla Terra, appariscano come fatti da una sola sfera? A me pare che per conseguir ciò, sia tanto più agevole ed accomodata maniera il costituirle immobili che 'l farle vaganti, quanto più facilmente si tengono a segno molte pietre murate in una piazza, che le schiera de' fanciulli che sopra vi corrono. E finalmente, per la settima instanza, se noi attribuiamo la conversion diurna al cielo altissimo, bisogna farla di tanta forza e virtù, che seco porti l'innumerabil moltitudine delle stelle fisse, corpi tutti vastissimi e maggiori assai della Terra, e di più tutte le sfere de i pianeti, ancorché e questi e quelle per lor natura si muovano in contrario; ed oltre a questo è forza concedere che anco l'elemento del fuoco e la maggior parte dell'aria siano parimente rapiti, e che il solo piccol globo della Terra resti contumace e renitente a tanta

[14] È la precessione degli equinozi, scoperta da Ipparco di Nicea; si tratta cioè di moti progressivi lentissimi dei poli celesti che si spostano in un lunghissimo periodo di anni tra le stelle.

[15] Secondo la teoria tolemaica, l'ultima sfera celeste era quella delle stelle fisse.

virtù: cosa che a me pare che abbia molto del difficile, né saprei intender come la Terra, corpo pensile e librato sopra 'l suo centro, indifferente al moto ed alla quiete, posto e circondato da un ambiente liquido, non dovesse cedere ella ancora ed esser portata in volta. Ma tali intoppi non troviamo noi nel far muover la Terra, corpo minimo ed insensibile in comparazione dell'universo, e perciò inabile al fargli violenza alcuna.

Sagr. Io mi sento raggirar per la fantasia alcuni concetti, così in confuso destatimi da i discorsi fatti; che s'io voglio potermi con attenzione applicar alle cose da dirsi, è forza ch'io vegga se mi succedesse meglio ordinargli e trarne quel costrutto che vi è, se però ve ne sarà alcuno: e per avventura il procedere per interrogazioni mi aiuterà a più agevolmente spiegarmi. Però domando al signor Simplicio, prima, se e' crede che al medesimo corpo semplice mobile possano naturalmente competere diversi movimenti, o pure che un solo convenga, che sia il suo proprio e naturale.

Simpl. D'un mobile semplice un solo, e non più, può essere il moto che gli convenga naturalmente, e gli altri tutti per accidente e per participazione; in quel modo che a colui che passeggia per la nave, suo moto proprio è quello del passeggio, e per participazione quello che lo conduce in porto, dove egli mai col passeggio non sarebbe arrivato, se la nave col moto suo non ve l'avesse condotto.

Sagr. Ditemi, secondariamente: quel movimento che per participazione vien comunicato a qualche mobile, mentre egli per se stesso si muove di altro moto diverso dal participato, è egli necessario che risegga in qualche suggetto per se stesso, o pur può esser anco in natura senz'altro appoggio?

Simpl. Aristotile vi risponde a tutte queste domande, e vi dice che sì come d'un mobile uno è il moto, così di un moto uno è il mobile, ed in conseguenza che senza l'inerenza del suo suggetto non può né essere né anco immaginarsi alcun movimento.

Sagr. Io vorrei che voi mi diceste, nel terzo luogo, se voi credete che la Luna e gli altri pianeti celesti abbiano lor movimenti proprii, e quali e' siano.

Simpl. Hannogli, e non quelli secondo i quali e' vanno scorrendo il zodiaco[16]: la Luna in un mese, il Sole in un anno, Marte in dua, la sfera stellata in quelle tante migliaia; e questi sono i moti loro proprii e naturali.

Sagr. Ma quel moto col quale io veggo le stelle fisse, e con esse tutti i pianeti, andare unitamente da levante a ponente e ritornare in oriente in ventiquattr'ore, in che modo gli compete?

Simpl. Hannolo per participazione.

Sagr. Questo dunque non risiede in loro; e non risedendo in loro, né potendo esser senza qualche suggetto nel quale e' risegga, è forza farlo proprio e naturale di qualche altra sfera.

Simpl. Per questo rispetto hanno ritrovata gli astronomi ed i filosofi un'altra sfera altissima senza stelle, alla quale naturalmente compete la conversion diurna, e questa hanno chiamata il primo mobile, il quale poi rapisce seco tutte le sfere inferiori, contribuendo e participando loro il movimento suo.

Sagr. Ma quando, senza introdurr'altre sfere incognite e vastissime, senza altri movimenti o rapimenti participati, col lasciare a ciascheduna sfera il suo solo e semplice movimento, senza mescolar movimenti contrarii, ma fargli tutti per il medesimo verso, come è necessario ch'e' sieno dependendo tutti da un sol principio, tutte le cose caminano e rispondono con perfettissima armonia, perché rifiutar questo partito, e dar assenso a quelle così strane e laboriose condizioni?

Simpl. Il punto sta in trovar questo modo così semplice e spedito.

Sagr. Il moto mi par bell'e trovato. Fate che la Terra sia il primo mobile, cioè fatela rivolgere in se stessa in ventiquattr'ore e per il medesimo verso che tutte le altre sfere, che senza participar tal moto a nessun altro pianeta o stelle,

[16] Lo zodiaco è nella sfera celeste, zona delimitata dai due cerchi paralleli all'eclittica; è diviso in dodici parti di 30 gradi ciascuna.

tutte avranno i lor orti, occasi ed in somma tutte l'altre apparenze.

Simpl. L'importanza è il poterla muovere senza mille inconvenienti.

Sal. Tutti gli inconvenienti si torranno via secondo che voi gli andrete proponendo: e le cose dette sin qui sono solamente i primi e più generali motivi per i quali par che si renda non del tutto improbabile che la diurna conversione sia più tosto della Terra che di tutto 'l resto dell'universo; li quali io non vi porto come leggi infrangibili, ma come motivi che abbiano qualche apparenza. E perché benissimo intendo che una sola esperienza o concludente dimostrazione che si avesse in contrario, basta a battere in terra questi ed altri centomila argomenti probabili, però non bisogna fermarsi qui, ma procedere avanti e sentire quel che risponde il signor Simplicio, e quali migliori probabilità o più ferme ragioni egli adduce in contrario.

Simpl. Io dirò prima alcuna cosa in generale sopra tutte queste considerazioni insieme, poi verrò a qualche particolare. Parmi che universalmente voi vi fondiate su la maggior semplicità e facilità di produrre i medesimi effetti, mentre stimate che quanto al causargli tanto sia il muover la Terra sola quanto tutto 'l resto del mondo, trattone la Terra, ma quanto all'operazione voi reputate molto più facile quella che questa. Al che io vi rispondo che a me ancora par l'istesso, mentre io riguardo alla forza mia, non pur finita, ma debolissima; ma rispetto alla virtù del Motore, che è infinita, non è meno agevole il muover l'universo, che la Terra e che una paglia. E se la virtù è infinita, perché non se ne deve egli esercitare più tosto una gran parte che una minima? Per tanto parmi che il discorso in generale non sia efficace.

Sal. Se io avessi mai detto che l'universo non si muove per mancamento di virtù nel Motore, io avrei errato, e la vostra correzzione sarebbe oportuna; e vi concedo che a una potenza infinita tanto è facile il muover centomila, quanto uno. Ma quello che ho detto io non ha riguardo al Motore, ma solamente a i mobili, ed in essi non solo alla loro resi-

denza, la quale non è dubbio esser minore nella Terra che nell'universo, ma a i molti altri particolari pur ora considerati. Al dir poi che d'una virtù infinita sia meglio esercitarne una gran parte che una minima, vi rispondo che dell'infinito una parte non è maggior dell'altra [17], quando amendue sien finite; né si può dire che del numero infinito il centomila sia parte maggiore che 'l due, se ben quello è cinquantamila volte maggior di questo; e quando per muover l'universo ci voglia una virtù finita, benché grandissima in comparazione di quella che basterebbe per muover la Terra sola, non però se n'impiegherebbe maggior parte dell'infinita, né minore sarebbe che infinita quella che resterebbe oziosa; talché l'applicar per un effetto particolare un poco più o meno virtù non importa niente: oltre che l'operazione di tal virtù non ha per termine e fine il solo movimento diurno, ma sono al mondo altri movimenti assai che noi sappiamo, e molti altri più ve ne posson essere incogniti a noi. Avendo dunque riguardo a i mobili, e non si dubitando che operazione più breve e spedita è il muover la Terra che l'universo, e di più avendo l'occhio alle tante altre abbreviazioni ed agevolezze che con questo solo si conseguiscono, un verissimo assioma d'Aristotile che c'insegna che « Frustra fit per plura quod potest fieri per pauciora » ci rende più probabile, il moto diurno esser della Terra sola, che dell'universo, trattone la Terra.

Simpl. Voi nel referir l'assioma avete lasciato una clausola che importa il tutto, e massime nel presente proposito. La particola lasciata è un *æque bene*; bisogna dunque esaminare se si possa egualmente bene sodisfare al tutto con questo e con quello assunto.

Sal. Il vedere se l'una e l'altra posizione sodisfaccia egualmente bene, si comprenderà da gli esami particolari dell'apparenze alle quali si ha da sodisfare, perché sin ora si è discorso, e si discorrerà, *ex hypothesi*, supponendo che quanto al sodisfare all'apparenze amendue le posizioni sieno

[17] Cfr. *Discorsi intorno a due nuove scienze*, pp. 597 segg.

egualmente accomodate. La particola poi, che voi dite essere stata lasciata da me, ho più tosto sospetto che sia superfluamente aggiunta da voi: perché il dire « egualmente bene » è una relazione, la quale necessariamente ricerca due termini almeno, non potendo una cosa aver relazione a se stessa, e dirsi, verbigrazia, la quiete esser egualmente buona come la quiete; e perché quando si dice « Invano si fa con più mezi quello che si può fare con manco mezi », s'intende che quel che si ha da fare deva esser la medesima cosa, e non due cose differenti, e perché la medesima cosa non può dirsi egualmente ben fatta come se medesima, adunque l'aggiunta della particola « egualmente bene » è superflua ed una relazione che ha un termine solo.

Sagr. Se noi non vogliamo che ci intervenga come ieri, ritornisi, di grazia, nella materia, ed il signor Simplicio cominci a produr quelle difficultà che gli paiono contrarianti a questa nuova disposizione del mondo.

Simpl. La disposizione non è nuova, anzi antichissima; e che ciò sia vero, Aristotile la confuta, e le sue confutazioni son queste. « Prima, se la Terra si movesse o in se stessa, stando nel centro, o in cerchio, essendo fuor del centro, è necessario che violentemente ella si movesse di tal moto, imperò che e' non è suo naturale; ché s'e' fusse suo, l'avrebbe ancora ogni sua particella; ma ognuna di loro si muove per linea retta al centro: essendo dunque violento e preternaturale, non potrebbe essere sempiterno: ma l'ordine del mondo è sempiterno: adunque etc. Secondariamente, tutti gli altri mobili di moto circolare par che restino indietro e si muovano di più di un moto, trattone però il primo mobile: per lo che sarebbe necessario che la Terra ancora si movesse di due moti; e quando ciò fosse, bisognerebbe di necessità che si facessero mutazioni nelle stelle fisse: il che non si vede, anzi senza variazione alcuna le medesime stelle nascono sempre da i medesimi luoghi, e ne i medesimi tramontano. Terzo, il moto delle parti e del tutto è naturalmente al centro dell'universo, e per questo ancora in esso si sta. Muove poi la dubitazione se il moto delle parti è per andare naturalmente al centro dell'universo, o pure al centro della

Terra; e conclude, esser suo instinto proprio di andare al centro dell'universo, e per accidente al centro della Terra: del qual dubbio si discorse ieri a lungo. Conferma finalmente l'istesso col quarto argomento preso dall'esperienza de' gravi, li quali, cadendo da alto a basso, vengono a perpendicolo sopra la superficie della Terra; e medesimamente i proietti tirati a perpendicolo in alto, a perpendicolo per le medesime linee ritornano a basso, quando bene fussero stati tirati in immensa altezza: argomenti necessariamente concludenti, il moto loro esser al centro della Terra, che senza punto muoversi gli aspetta e riceve. Accenna poi in ultimo, esser da gli astronomi prodotte altre ragioni in confermazione dell'istesse conclusioni, dico dell'esser la Terra nel centro dell'universo ed immobile; ed una sola ne produce, che è il risponder tutte le apparenze, che si veggono ne' movimenti delle stelle, alla posizione di essa Terra nel centro, la qual rispondenza non avrebbe quando ella non vi fusse.» Le altre, prodotte da Tolomeo e da altri astronomi, le potrò arrecare ora, se così vi piace, e dopo che arete detto quanto vi occorre in risposta di queste di Aristotile.

Sal. Gli argumenti che si producono in questa materia, son di due generi: altri hanno riguardo a gli accidenti terrestri, senza relazione alcuna alle stelle, ed altri si cavano dalle apparenze ed osservazioni delle cose celesti. Gli argomenti d'Aristotile son per lo più cavati dalle cose intorno a noi, e lascia gli altri alli astronomi; però sarà bene, se così vi pare, esaminar questi presi dalle esperienze di Terra, e poi verremo all'altro genere. E perché da Tolomeo, da Ticone e da altri astronomi e filosofi, oltre a gli argomenti d'Aristotile, presi confermati e fortificati da loro, ne son prodotti de gli altri, si potranno unir tutti insieme, per non aver poi a replicar le medesime o simili risposte due volte. Però, signor Simplicio, o vogliate riferirgli voi, o vogliate ch'io vi levi questa briga, son per compiacervi.

Simpl. Sarà meglio che voi gli portiate, che, per averci fatto maggiore studio, gli arete più in pronto, ed anco in maggior numero.

Sal. Per la più gagliarda ragione si produce da tutti quella de i corpi gravi, che cadendo da alto a basso vengono per una linea retta e perpendicolare alla superficie della Terra; argomento stimato irrefragabile, che la Terra stia immobile: perché, quando ella avesse la conversion diurna, una torre dalla sommità della quale si lasciasse cadere un sasso, venendo portata dalla vertigine della Terra, nel tempo che 'l sasso consuma nel suo cadere, scorrerebbe molte centinaia di braccia verso oriente, e per tanto spazio dovrebbe il sasso percuotere in terra lontano dalla radice della torre. Il quale effetto confermano con un'altra esperienza, cioè col lasciar cadere una palla di piombo dalla cima dell'albero di una nave che stia ferma, notando il segno dove ella batte, che è vicino al piè dell'albero; ma se dal medesimo luogo si lascerà cadere la medesima palla quando la nave cammini, la sua percossa sarà lontana dall'altra per tanto spazio quanto la nave sarà scorsa innanzi nel tempo della caduta del piombo, e questo non per altro se non perché il movimento naturale della palla posta in sua libertà è per linea retta verso 'l centro della Terra. Fortificasi tal argomento con l'esperienza d'un proietto tirato in alto per grandissima distanza, qual sarebbe una palla cacciata da una artiglieria drizzata a perpendicolo sopra l'orizonte, la quale nella salita e nel ritorno consuma tanto tempo, che nel nostro parallelo l'artiglieria e noi insieme saremmo per molte miglia portati dalla Terra verso levante, talché la palla, cadendo, non potrebbe mai tornare appresso al pezzo, ma tanto lontana verso occidente quanto la Terra fosse scorsa avanti. Aggiungono di più la terza e molto efficace esperienza, che è: tirandosi con una colubrina una palla di volata verso levante, e poi un'altra con egual carica ed alla medesima elevazione verso ponente, il tiro verso ponente riuscirebbe estremamente maggiore dell'altro verso levante; imperocché mentre la palla va verso occidente, e l'artiglieria, portata dalla Terra, verso oriente, la palla verrebbe a percuotere in Terra lontana dall'artiglieria tanto spazio quanto è l'aggregato de' due viaggi, uno fatto da sé verso occidente, e l'altro dal pezzo, portato dalla Terra, verso levante; e per l'opposito,

del viaggio fatto dalla palla tirata verso levante bisognerebbe detrarne quello che avesse fatto l'artiglieria seguendola: posto dunque, per esempio, che 'l viaggio della palla per se stesso fosse cinque miglia, e che la Terra in quel tal parallelo nel tempo della volata della palla scorresse tre miglia, nel tiro di ponente la palla cadrebbe in Terra otto miglia lontana dal pezzo, cioè le sue cinque verso ponente e le tre del pezzo verso levante; ma il tiro d'oriente non riuscirebbe più lungo di due miglia, ché tanto resta detratto dalle cinque del tiro le tre del moto del pezzo verso la medesima parte: ma l'esperienza mostra i tiri essere eguali; adunque l'artiglieria sta immobile, e per conseguenza la Terra ancora. Ma non meno di questi, i tiri altresì verso mezo giorno o verso tramontana confermano la stabilità della Terra: imperocché mai non si correbbe nel segno che altri avesse tolto di mira, ma sempre sarebbero i tiri costieri verso ponente, per lo scorrere che farebbe il bersaglio, portato dalla Terra, verso levante, mentre la palla è per aria. E non solo i tiri per le linee meridiane, ma né anco i fatti verso oriente o verso occidente riuscirebber giusti, ma gli orientali riuscirebbero alti, e gli occidentali bassi, tuttavolta che si tirasse di punto in bianco[18]; perché sendo il viaggio della palla in amendue i tiri fatto per la tangente, cioè per una linea parallela all'orizonte, ed essendo che al moto diurno, quando sia della Terra, l'orizonte si va sempre abbassando verso levante ed alzandosi da ponente (che però ci appariscono le stelle orientali alzarsi, e le occidentali abbassarsi), adunque il bersaglio orientale s'andrebbe abbassando sotto il tiro, onde il tiro riuscirebbe alto, e l'alzamento del bersaglio occidentale renderebbe basso il tiro verso occidente. Talché mai non si potrebbe verso nissuna parte tirar giusto: e perché l'esperienza è in contrario, è forza dire che la Terra sia immobile.

Simpl. O queste son ben ragioni, alle quali è impossibile trovar risposta che vaglia.

[18] Cfr. *Trattato di fortificazioni*, vol. I, pp. 81 segg.

Sal. Vi giungono forse nuove?

Simpl. Veramente sì. Ed ora veggo con quante belle esperienze la natura ci è voluta esser cortese per aiutarci a venire in cognizione del vero. Oh come bene una verità si accorda con l'altra, e tutte conspirano al rendersi inespugnabili!

Sagr. Che peccato che l'artiglierie non fussero al tempo di Aristotile! Avrebbe ben egli con esse espugnata l'ignoranza, e parlato senza punto titubare delle cose del mondo.

Sal. Ho avuto molto caro che queste ragioni vi sien giunte nuove, acciò che voi non restiate nell'opinione della maggior parte de i Peripatetici, che credono che se alcuno si parte dalla dottrina d'Aristotile, ciò avvenga da non avere intese né penetrate ben le sue dimostrazioni. Ma voi sentirete sicuramente dell'altre novità, e sentirete da questi seguaci del nuovo sistema produr contro a se stessi osservazioni esperienze e ragioni di forza assai maggiore che le prodotte da Aristotile e Tolomeo o da altri oppugnatori delle medesime conclusioni, e così verrete a certificarvi che non per ignoranza o inesperienza si sono indotti a seguir tale opinione.

Sagr. Egli è forza che con questa occasione io vi racconti alcuni accidenti occorsimi da poi in qua ch'io cominciai a sentir parlare di questa opinione. Essendo assai giovanetto, che appena avevo finito il corso della filosofia, tralasciato poi per essermi applicato ad altre occupazioni, occorse che certo oltramontano di Rostochio, e credo che 'l suo nome fosse Cristiano Vurstisio [19], seguace dell'opinione del Copernico, capitò in queste bande, ed in una Accademia fece dua o ver tre lezioni in questa materia, con concorso di uditori, e credo più per la novità del suggetto che per altro: io però non v'intervenni, avendo fatta una fissa impressione che tale opinione non potesse essere altro che una solenne

[19] Cristiano Wurstein (1544-1588) tenne alcune lezioni a Venezia, ma è impossibile, in base alla data della sua morte, che Galilei abbia potuto conoscere la teoria copernicana da lui, perché quando venne a Venezia, Galilei aveva appena 17 anni.

pazzia. Interrogati poi alcuni che vi erano stati, sentii tutti burlarsene, eccettuatone uno che mi disse che 'l negozio non era ridicolo del tutto; e perché questo era reputato da me per uomo intelligente assai e molto circospetto, pentitomi di non vi essere andato, cominciai da quel tempo in qua, secondo che m'incontravo in alcuno che tenesse l'opinione Copernicana, a domandarlo se egli era stato sempre dell'istesso parere; né per molti ch'io n'abbia interrogati, ho trovato pur un solo che non m'abbia detto d'essere stato lungo tempo dell'opinion contraria, ma esser passato in questa mosso dalla forza delle ragioni che la persuadono: esaminatigli poi ad uno ad uno, per veder quanto bene e' possedesser le ragioni dell'altra parte, gli ho trovati tutti averle prontissime, tal che non ho potuto veramente dire che per ignoranza o per vanità o per far, come si dice, il bello spirito si sieno gettati in questa opinione. All'incontro, di quanti io abbia interrogati de i Peripatetici e Tolemaici (che per curiosità ne ho interrogati molti), quale studio abbiano fatto nel libro del Copernico, ho trovato pochissimi che appena l'abbiano veduto, ma di quelli ch'io creda che l'abbiano inteso, nessuno: e de i seguaci pur della dottrina peripatetica ho cercato d'intendere se mai alcuno di loro ha tenuto l'altra opinione, e parimente non ne ho trovato alcuno. Là onde, considerando io come nessun è che segua l'opinion del Copernico, che non sia stato prima della contraria e che non sia benissimo informato delle ragioni di Aristotile e di Tolomeo, e che all'incontro nissuno è de' seguaci di Tolomeo e d'Aristotile, che sia stato per addietro dell'opinione del Copernico e quella abbia lasciata per venire in quella d'Aristotile [20], considerando, dico, queste cose, cominciai a credere che uno che lascia un'opinione imbevuta col latte e seguita da infiniti, per venire in un'altra da pochissimi seguita, e negata da tutte le scuole e che veramente sembra un paradosso grandissimo, bisognasse per necessità che fusse mosso, per non dir forzato, da ragioni più efficaci.

[20] Cfr. le lettere di Galilei al Mazzoni e a Keplero del 1597, vol. I, pp. 848-55.

Per questo son io divenuto curiosissimo di toccar, come si dice, il fondo di questo negozio, e reputo a mia gran ventura l'incontro di amendue voi, da i quali io possa senza veruna fatica sentir tutto quel ch'è stato detto, e forse che si può dire, in questa materia, sicuro di dover esser, in virtù de' vostri ragionamenti, cavato di dubbio e posto in istato di certezza.

Simpl. Ma purché l'opinione e la speranza non vi vadia fallita, e che in ultimo non vi troviate più confuso che prima.

Sagr. Mi par d'esser sicuro che cotesto non possa intervenire in veruna maniera.

Simpl. E perché no? Io son buon testimonio, a me medesimo, che quanto più si va avanti, più mi confondo.

Sagr. Cotesto è indizio che quelle ragioni che sin qui vi erano parse concludenti, e vi tenevano sicuro della verità della vostra opinione, cominciano a mutare aspetto nella vostra mente ed a lasciarvi pian piano, se non passare, almeno inclinate verso la contraria. Ma io, che sono, e sono stato sin ora, indifferente, confido grandemente d'avermi a ridurre in quiete e in sicurezza; e voi stesso non me lo negherete, se volete sentir qual cosa mi persuada a così sperare.

Simpl. La sentirò volentieri, e non men grato mi sarebbe che in me operasse il medesimo effetto.

Sagr. Favoritemi dunque di rispondere alle mie interrogazioni. E prima, ditemi, signor Simplicio: non è la conclusione della quale noi cerchiamo la cognizione, se si deva tener, con Aristotile e Tolomeo, che stando ferma la Terra sola nel centro dell'universo, i corpi celesti si muovano tutti; o pur se, stando ferma la sfera stellata ed il Sole nel centro, la Terra ne sia fuori, e siano suoi quei movimenti che ci appariscono esser del Sole e delle stelle fisse?

Simpl. Queste son le conclusioni delle quali si disputa.

Sagr. Queste due conclusioni non son ellen tali, che per necessità bisogna che una sia vera e l'altra falsa?

Simpl. Così è: noi siamo in un dilemma, una parte del quale bisogna per necessità che sia vera, e l'altra falsa; perché tra 'l moto e la quiete, che son contradittorii, non si dà un terzo, sì che si possa dire: « La Terra non si muove,

e non sta ferma; il Sole e le stelle non si muovono, né stanno ferme. »

Sagr. La Terra, il Sole e le stelle che cosa sono in natura? son cose minime, o pur considerabili?

Simpl. Son corpi principalissimi, nobilissimi, integranti dell'universo, vastissimi, considerabilissimi.

Sagr. E 'l moto e la quiete quali accidenti sono in natura?

Simpl. Tanto grandi e principali, che la natura stessa per quelli si definisce [21].

Sagr. Talché il muoversi eternamente e l'esser del tutto immobile sono due condizioni molto considerabili in natura ed indicanti grandissima diversità, e massime attribuite a corpi principalissimi dell'universo, in conseguenza delle quali non posson venire se non eventi dissimilissimi.

Simpl. Così è sicuramente.

Sagr. Or rispondetemi ad un altro punto. Credete voi che in dialettica, in rettorica, in fisica, in metafisica, in matematica, e finalmente nell'università de' discorsi, sieno argomenti potenti a persuadere e dimostrare altrui non meno le conclusioni false che le vere?

Simpl. Signor no; anzi tengo per fermo e son sicuro che per la prova di una conclusion vera e necessaria sieno in natura non solo una ma molte dimostrazioni potissime, e che intorno ad essa si possa discorrere e rigirarsi con mille e mille riscontri, senza intoppar mai in veruna repugnanza, e che quanto più qualche sofista volesse intorbidarla, tanto più chiara si farebbe sempre la sua certezza; e che, all'opposito, per far apparir vera una proposizion falsa e per persuaderla non si possa produrre altro che fallacie, sofismi, paralogismi, equivocazioni e discorsi vani, inconsistenti e pieni di repugnanze e contradizioni.

Sagr. Ora, se il moto eterno e la quiete eterna sono accidenti tanto principali in natura, e tanto diversi che da essi non posson dependere se non diversissime conseguenze, e massime applicati al Sole ed alla Terra, corpi tanto vasti

[21] « La natura è principio di cambiamento e di movimento » (ARISTOTELE, *Fisica*, III, 200 b).

ed insigni nell'universo, ed essendo di più impossibile che l'una delle due proposizioni contradittorie non sia vera e l'altra falsa, e non si potendo per prove della falsa produrr'altro che fallacie, ed essendo la vera persuasibile per ogni genere di ragioni concludenti e demostrative; come volete che quello di voi che si sarà appreso a sostener la proposizion vera non mi abbia a persuadere? Bisognerebbe bene ch'io fussi d'ingegno stupido, di giudizio stravolto, e stolido di mente e d'intelletto, e cieco di discorso, ch'io non avessi a discernere la luce dalle tenebre, le gemme da i carboni, il vero dal falso [22].

Simpl. Io vi dico, e vi ho detto altre volte, che il maggior maestro per insegnare a conoscere i sofismi e paralogismi ed altre fallacie è stato Aristotile, il quale in questa parte non si può mai esser ingannato.

Sagr. Voi l'avete pur con Aristotile, che non può parlare; ed io vi dico che se Aristotile fosse qui, e' rimarrebbe da noi persuaso, o sciorrebbe le nostre ragioni e con altre migliori persuaderebbe noi. Ma che? voi medesimo nel sentir recitar l'esperienze dell'artiglierie, non l'avete voi conosciute ed ammirate e confessate più concludenti di quelle d'Aristotile? con tutto ciò non sento che 'l signor Salviati, il quale le ha prodotte e sicuramente esaminate e scandagliate puntualissimamente, confessi d'esser persuaso da quelle, né meno da altre di maggiore efficacia ancora, che egli accenna d'esser per farci sentire. E non so con che fondamento voi vogliate riprender la natura, come quella che per la molta età si imbarbogita ed abbia dimenticato a produrre ingegni specolativi, né sappia farne più se non di quelli che, facendosi mancipii d'Aristotile, abbiano a intender col suo cervello e sentir co i suoi sensi. Ma sentiamo il rimanente delle ragioni favorevoli alla sua opinione, per venir poi al lor cimento, coppellandole e ponderandole con la bilancia del saggiatore.

Sal. Prima che proceder più oltre, devo dire al signor Sagredo che in questi nostri discorsi fo da Copernichista,

[22] Cfr. *Il Saggiatore*, vol. I, p. 712.

e lo imito quasi sua maschera; ma quello che internamente abbiano in me operato le ragioni che par ch'io produca in suo favore, non voglio che voi lo giudichiate dal mio parlare mentre siamo nel fervor della rappresentazione della favola, ma dopo che avrò deposto l'abito che forse mi troverete diverso da quello che mi vedete in scena. Ora seguitiamo avanti. Produce Tolomeo ed i suoi seguaci un'altra esperienza, simile a quella de i proietti, ed è delle cose che, separate dalla Terra, lungamente si trattengono per aria, quali sono le nugole e gli uccelli volanti [23]; e come che di quelle non si può dir che sieno portate dalla Terra, non essendo a lei aderenti, non par possibile ch'elle possin seguire la velocità di quella, anzi dovrebbe parere a noi che tutte velocissimamente si movessero verso occidente; e se noi, portati dalla Terra, passiamo il nostro parallelo in vintiquattr'ore, che pure è almeno sedici mila miglia, come potranno gli uccelli tener dietro a un tanto corso? dove, all'incontro, senza veruna sensibil differenza gli vediamo volar tanto verso levante quanto verso occidente e verso qualsivoglia parte. Oltre a ciò, se mentre corriamo a cavallo sentiamo assai gagliardamente ferirci il volto dall'aria, qual vento dovremmo noi perpetuamente sentir dall'oriente, portati con sì rapido corso incontro all'aria? e pur nulla di tale effetto si sente. Ècci un'altra molto ingegnosa ragione, presa da certa esperienza, ed è tale. Il moto circolare ha facoltà di estrudere, dissipare e scacciar dal suo centro le parti del corpo che si muove, qualunque volta o 'l moto non sia assai tardo o esse parti non sian molto saldamente attaccate insieme; che per ciò, quando, verbigrazia, noi facessimo velocissimamente girare una di quelle gran ruote dentro le quali caminando uno o dua uomini muovono grandissimi pesi, come la massa delle gran pietre del mangano, o barche

[23] Già Nicola di Oresme, nel suo *Libro del cielo*, replicando all'obbiezione secondo cui, se la Terra si movesse, provocherebbe un forte vento proveniente da est, cioè in senso contrario al suo moto, e sconvolgerebbe ogni movimento, rispose che l'aria e l'acqua partecipano del movimento medesimo della Terra.

cariche che d'un'acqua in un'altra si traghettano strascinandole per terra, quando le parti di essa ruota rapidamente girata non fossero più che saldamente conteste, si dissiperebbero tutte, né per molto che tenacemente fussero sopra la sua esterior superficie attaccati sassi o altre materie gravi, potrebbero resistere all'impeto, che con gran violenza le scaglierebbe in diverse parti lontane dalla ruota, ed in conseguenza dal suo centro. Quando dunque la Terra si movesse con tanto e tanto maggior velocità, qual gravità, qual tenacità di calcine o di smalti, riterrebbe i sassi, le fabbriche e le città intere, che da sì precipitosa vertigine non fusser lanciate verso 'l cielo? e gli uomini e le fiere, che niente sono attaccati alla Terra, come resisterebbero a un tanto impeto? dove che, all'opposito, e queste ed assai minori resistenze, di sassetti, di rena, di foglie, vediamo quietissimamente riposarsi in Terra, e sopra quella ridursi cadendo, ancorché con lentissimo moto. Eccovi, signor Simplicio, le ragioni potissime, prese, per così dire, dalle cose terrestri: restano quelle dell'altro genere, cioè quelle che hanno relazione all'apparenze celesti, le quali ragioni tendon veramente più a dimostrar l'esser la Terra nel centro dell'universo, ed a spogliarla in conseguenza del movimento annuo intorno ad esso, attribuitogli dal Copernico; le quali, come di materia alquanto differente, si potranno produr dopo che averemo esaminata la forza di queste sin qui proposte.

Sagr. Che dite, signor Simplicio? parv'egli che 'l signor Salviati possegga e sappia esplicare le ragioni Tolemaiche e Aristoteliche? credete voi che nissuno Peripatetico sia altrettanto posseditore delle dimostrazioni Copernicane?

Simpl. Se non fusse il gran concetto che per i discorsi avuti sin qui mi son formato della saldezza di dottrina del signor Salviati e dell'acutezza d'ingegno del signor Sagredo, io, con lor buona grazia, mi vorrei partire senza più sentir altro, parendomi impossibil cosa che contradir si possa a sì palpabili esperienze, e vorrei senza sentir altro restar nella mia opinione antica, perché mi par che quando bene ella fusse falsa, l'essere appoggiata su tanto verisimili ragioni

la renderebbe scusabile: e se queste son fallacie, quali vere dimostrazioni furon mai così belle?

Sagr. È pur bene che noi sentiamo le risposte del signor Salviati: le quali se saranno vere, è forza che sieno ancora più belle e infinitamente più belle, e che quelle sien brutte, anzi bruttissime, se è vera la proposizion metafisicale che 'l vero e 'l bello sono una cosa medesima, come ancora il falso e 'l brutto. Però, signor Salviati, non perdiamo più tempo.

Sal. Fu, se ben mi ricorda, il primo argomento prodotto dal signor Simplicio questo: La Terra non si può muover circolarmente, perché tal moto gli sarebbe violento, e però non perpetuo: dell'esser poi violento la ragione era, perché quando fosse naturale, le parti sue ancora si moverebbero naturalmente in giro, il che è impossibile, perché naturale delle parti è il muoversi di moto retto all'ingiù. Qui rispondo che averei auto caro che Aristotile si fusse meglio dichiarato, quando disse: « Le parti ancora si moverebber circolarmente », imperocché questo muoversi circolarmente può intendersi in due modi: uno è, che ogni particella separata dal suo tutto si movesse circolarmente intorno al suo proprio centro, descrivendo i suoi piccoli cerchiettini; l'altro è, che movendosi tutto 'l globo intorno al suo centro in ventiquattr'ore, le parti ancora girassero intorno al medesimo centro in ventiquattr'ore. Il primo sarebbe una impertinenza non minore che se altri dicesse che di una circonferenza di cerchio ogni parte bisogna che sia un cerchio, o vero perché la Terra è sferica, ogni parte di Terra bisogna che sia una palla, perché così richiede l'assioma « Eadem est ratio totius et partium ». Ma s'egli intese nell'altro, cioè che le parti, a imitazion del tutto, si moverebbero naturalmente intorno al centro di tutto il globo in ventiquattr'ore, io dico che lo fanno; ed a voi, in vece d'Aristotile, toccherà a provar che no.

Simpl. Questo è provato da Aristotile nel medesimo luogo, mentre dice che naturale delle parti è il moto retto al centro dell'universo, onde il circolare non gli può naturalmente competere.

Sal. Ma non vedete voi che nelle medesime parole vi è anco la confutazione di questa risposta?

Simpl. In che modo? e dove?

Sal. Non dic'egli che 'l moto circolare alla Terra sarebbe violento? e però non eterno? e che questo è assurdo, perché l'ordine del mondo è eterno?

Simpl. Dicelo.

Sal. Ma se quello che è violento non può esser eterno, pel converso quello che non può esser eterno non potrà esser naturale: ma il moto della Terra all'ingiù non può essere altramente eterno: adunque meno può esser naturale, né gli potrà esser naturale moto alcuno che non gli sia anco eterno. Ma se noi faremo la Terra mobile di moto circolare, questo potrà esser eterno ad essa ed alle parti, e però naturale.

Simpl. Il moto retto è naturalissimo delle parti della Terra e gli è eterno, né mai accaderà che di moto retto non si muovano, intendendo però sempre, rimossi gli impedimenti.

Sal. Voi equivocate, signor Simplicio, ed io voglio pur vedere di liberarvi dall'equivoco. Però ditemi: credete voi che una nave che dallo stretto di Gibilterra andasse verso Palestina, potesse eternamente navigare verso quella spiaggia, movendosi sempre con egual corso?

Simpl. Non altramente.

Sal. E perché no?

Simpl. Perché quella navigazione è ristretta e terminata tra le Colonne e 'l lito di Palestina, ed essendo la distanza terminata, si passa in tempo finito: se già altri non volesse, col ritornare in dietro con movimento contrario, tornar poi a replicar il medesimo viaggio; ma questo sarebbe un moto interrotto, e non continuato.

Sal. Verissima risposta. Ma la navigazione dallo stretto di Magaglianes per il mar Pacifico, per le Molucche, per il capo di Buona Speranza, e di lì per il medesimo stretto e di nuovo per il mar Pacifico etc., credete voi ch'ella si potesse perpetuare?

Simpl. Potrebbesi, perché essendo questa una circolazione, che ritorna in se stessa, col replicarla infinite volte si potrebbe perpetuare senza veruno interrompimento.

Sal. Adunque una nave in questo viaggio potrebbe durare a navigare in eterno.

Simpl. Potrebbe, quando la nave fusse incorruttibile; ma dissolvendosi la nave, si terminerebbe di necessità la navigazione.

Sal. Ma nel Mediterraneo, quando anco la nave fusse incorruttibile, non però potrebbe muoversi perpetuamente verso Palestina, per esser tal viaggio terminato. Due cose adunque si ricercano, acciò che un mobile senza intermissione possa muoversi eternamente: l'una è che il moto possa di sua natura essere interminato e infinito; e l'altra, che il mobile sia parimente incorruttibile ed eterno.

Simpl. Tutto questo è necessario.

Sal. Adunque già per voi stesso venite ad aver confessato, esser impossibile che mobile alcuno si muova eternamente di moto retto, essendo che il moto retto, o vogliatelo in su o vogliatelo in giù, voi stesso lo fate terminato dalla circonferenza e dal centro: sì che quando bene il mobile, cioè la Terra, sia eterna, tuttavia, per non essere il moto retto di sua natura eterno, ma terminatissimo, non può naturalmente competere alla Terra, anzi, come pure ieri si disse, Aristotile medesimo è costretto a far il globo della Terra eternamente stabile. Quando poi voi dite che le parti della Terra sempre si moveranno all'ingiù rimossi gli impedimenti, equivocate gagliardamente, perché all'incontro bisogna impedirle contrariarle e violentarle, se voi volete ch'elle si muovano: perché, cadute ch'elle sono una volta, bisogna con violenza rigettarle in alto, acciò tornino a cader la seconda: e quanto a gli impedimenti, questi gli tolgono solamente l'arrivare al centro; ché quando ci fosse un pozzo che passasse oltre al centro, non però una zolla di terra si moverebbe oltre a quello, se non in quanto trasportata dall'impeto lo trapassasse, per ritornarvi poi e finalmente fermarvisi. Quanto dunque al poter sostenere che il movimento per linea retta convenga o possa convenir naturalmente né alla Terra né ad altro mobile, mentre l'universo resti nel suo ordine perfetto, toglietevene pur giù del tutto, e fate

pur forza (se voi non le volete concedere il moto circolare) di mantenerle e difenderle l'immobilità.

Simpl. Quanto all'immobilità, gli argomenti di Aristotile, e più gli altri prodotti da voi, mi par che la concludano necessariamente sin ora, e gran cose ci vorranno, per mio giudizio, a confutargli.

Sal. Venghiamo dunque al secondo argomento: che era che quei corpi de i quali noi siam sicuri che circolarmente si muovono, hanno più d'un moto, trattone il primo mobile; e però quando la Terra si movesse circolarmente, dovrebbe muoversi di due moti, dal che ne seguirebbe mutazione circa gli orti e gli occasi delle stelle fisse; il che non si vede seguire; adunque etc. La risposta semplicissima e propriissima a questa instanza è nell'argomento stesso, ed Aristotile medesimo ce la mette in bocca, e non può essere che voi, signor Simplicio, non l'abbiate veduta.

Simpl. Né l'ho veduta, né ancor la veggo.

Sal. Non può essere, perché ella vi è troppo chiara.

Simpl. Io voglio, con vostra licenza, dare un'occhiata al testo.

Sagr. Faremo portare il testo adesso adesso.

Simpl. Io lo porto sempre in tasca. Eccolo qui; e so per appunto il luogo, che è nel secondo del Cielo, al cap. 14. Eccolo: testo 97: « Præterea, omnia quæ feruntur latione circulari, subdeficere videntur, ac moveri pluribus una latione, præter primam sphæram; quare et Terram necessarium est, sive circa medium sive in medio posita feratur, duabus moveri lationibus: si autem hoc acciderit, necessarium est fieri mutationes ac conversiones fixorum astrorum: hoc autem non videtur fieri; sed semper eadem apud eadem loca ipsius et oriuntur et occidunt. » Or qui non veggo io fallacia nissuna, e parmi l'argomento concludentissimo.

Sal. Ed a me questa nuova lettura ha confermata la fallacia nell'argumentare, e di più scoperto un'altra falsità. Però notate. Due posizioni, o vogliam dire due conclusioni, son quelle che Aristotile vuole impugnare: l'una è di quelli che, collocando la Terra nel mezo, la facesser muovere in se stessa circa 'l proprio centro: l'altra è di quelli che, co-

Antiporta del *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*
(Firenze, 1632)

stituendola lontana dal mezo, la facessero andar con moto circolare intorno ad esso mezo: ed amendue queste posizioni impugna congiuntamente con l'istesso argomento. Ora io dico che egli erra nell'una e nell'altra impugnazione, e che l'errore contro la prima posizione è di uno equivoco o paralogismo, e contro alla seconda è una conseguenza falsa. Venghiamo alla prima posizione, che costituisce la Terra nel mezo e la fa mobile in se stessa circa il proprio centro, ed affrontiamola con l'istanza d'Aristotile, dicendo: Tutti i mobili che si muovono circolarmente, par che restino indietro, e si muovono di più d'una lazione, eccettuata la prima sfera (cioè il primo mobile); adunque la Terra, movendosi circa il proprio centro, essendo posta nel mezo, bisogna che si muova di due lazioni, e resti in dietro: ma quando questo fusse, bisognerebbe che si variassero gli orti e gli occasi delle stelle fisse; il che non si vede fare: adunque la Terra non si muove etc. Qui è il paralogismo; per iscoprirlo, discorro con Aristotile in tal modo. Tu di', o Aristotile, che la Terra posta nel mezo non può muoversi in se stessa, perché sarebbe necessario attribuirle due lazioni: adunque, quando non fusse necessario attribuirle altro che una lazion sola, tu non avresti per impossibile che di una tal sola ella si movesse, perché fuor di proposito ti saresti ristretto a ripor l'impossibilità nella pluralità delle lazioni, quando anco di una sola ella muover non si potesse. E perché di tutti i mobili del mondo tu fai che un solo si muova d'una lazion sola, e tutti gli altri di più d'una; e questo tal mobile affermi che è la prima sfera, cioè quello per il quale tutte le stelle fisse ed erranti ci appariscono muoversi concordemente da levante a ponente; quando la Terra potesse esser quella prima sfera, che col muoversi d'una lazion sola facesse apparir le stelle muoversi da levante in ponente, tu non gliela negheresti: ma chi dice che la Terra posta nel mezo si volge in se stessa, non gli attribuisce altro modo che quello per il quale tutte le stelle appariscono muoversi da levante a ponente, e così ella viene a esser quella prima sfera che tu stesso concedi muoversi d'una lazione sola: bisogna dunque, o Aristotile, se tu voi concluder qual cosa, che tu

dimostri che la Terra posta nel mezo non possa muoversi né anco di una sola lazione, o vero che né meno la prima sfera possa aver un sol movimento; altrimenti tu nel tuo medesimo silogismo commetti la fallacia e ve la manifesti, negando ed insieme concedendo l'istessa cosa [24]. Vengo ora alla seconda posizione, che è di quelli che ponendo la Terra lontana dal mezo, la fanno mobile intorno ad esso, cioè la fanno un pianeta ed una stella errante; contro alla qual posizione procede l'argomento, e quanto alla forma è concludente, ma pecca in materia: imperocché, conceduto che la Terra si muova in cotal guisa, e che si muova di due lazioni, non però ne segue di necessità che, quando ciò sia, s'abbiano a far mutazioni ne gli orti e ne gli occasi delle stelle fisse, come a suo luogo dichiarerò. E qui voglio scusar bene l'error d'Aristotile, anzi lo voglio lodar d'aver egli arrecato il più sottile argomento contro alla posizion del Copernico, che arrecar si possa; e se l'instanza è acuta, ed in apparenza concludentissima, vedrete tanto più esser sottile ed ingegnosa la soluzione, e da non esser ritrovata da ingegno men acuto di quello del Copernico; e dalla difficultà nell'intenderla potrete argomentare la difficultà, tanto maggiore, del ritrovarla. Lasciamo in tanto per ora la risposta in pendente, la quale a suo luogo e tempo intenderete, dopo l'aver replicata l'instanza medesima d'Aristotile, e di più fortificata grandemente a favor suo. Or passiamo all'argomento terzo, pur d'Aristotile, intorno al quale non fu bisogno replicar altro, essendosegli a bastanza risposto tra ieri e oggi: imperocché e' replica che 'l moto de' gravi è naturalmente per linea retta al centro, e cerca poi se al centro della Terra o pur dell'universo, e conclude che naturalmente al centro dell'universo, ma per accidente a quel della Terra. Però possiamo passare al quarto, nel quale converrà che

[24] Ricorrendo alle stesse armi degli avversari, Galilei più volte ha fatto uso della logica formale per convincere d'errore la dottrina aristotelica, come per esempio si può leggere nella lettera al Gallanzoni del 1611 (vol. I, pp. 891 segg.); qui il vizio del ragionamento aristotelico si nasconde nell'accostamento del primo mobile alle condizioni della terra, che verrebbe così ad avere soltanto il moto rotatorio, come appunto il primo mobile.

ci tratttenghiamo assai, per esser fondato sopra quella esperienza dalla quale prende poi forza la maggior parte degli argomenti che restano. Dice dunque Aristotile, argomento certissimo dell'immobilità della Terra essere il veder noi i proietti in alto a perpendicolo ritornar per l'istessa linea nel medesimo luogo di dove furon tirati, e questo, quando bene il movimento fusse altissimo; il che non potrebbe accadere quando la Terra si movesse, perché nel tempo che 'l proietto si muove in su e 'n giù, separato dalla Terra, il luogo dove ebbe principio il moto del proietto scorrerebbe, mercé del rivolgimento della Terra, per lungo tratto verso levante, e per tanto spazio, nel cadere, il proietto percuoterebbe in Terra lontano dal detto luogo: sì che qui s'accomoda l'argomento della palla tirata in su coll'artiglieria, sì ancora l'altro usato da Aristotile e da Tolomeo, del vedere i gravi cadenti da grandi altezze venir per linea retta e perpendicolare alla superficie terrestre. Ora, per cominciar a sviluppar questi nodi, domando al signor Simplicio, quando altri negasse a Tolomeo e ad Aristotile che i gravi nel cader liberamente da alto venissero per linea retta e perpendicolare, cioè diretta al centro, con qual mezo lo proverebbero.

Simpl. Col mezo del senso, il quale ci assicura che quella torre è diritta e perpendicolare, e ci mostra quella pietra nel cadere venirla radendo, senza piegar pur un capello da questa o da quella parte, e percuotere al piede giusto sotto 'l luogo donde fu lasciata.

Sal. Ma quando per fortuna [25] il globo terrestre si movesse in giro, ed in conseguenza portasse seco la torre ancora, e che ad ogni modo si vedesse la pietra nel cadere venir radendo il filo della torre, qual bisognerebbe che fusse il suo movimento?

[25] Come già Nicola di Oresme, il quale sosteneva che una freccia lanciata da una torre gode in realtà di due movimenti, uno verticale, quando scocca dall'arco, e un altro circolare per il fatto che si trova sul globo terrestre fornito di tale movimento, Galilei mostra qui la composizione dei due movimenti, sicché nessuna alterazione ha luogo a causa del movimento terrestre di rivoluzione attorno al Sole.

Simpl. Bisognerebbe in questo caso dir più tosto « i suoi movimenti », perché uno sarebbe quello col quale verrebbe da alto a basso, e un altro converrebbe ch'ella n'avesse per seguire il corso della torre.

Sal. Sarebbe dunque il moto suo un composto di due, cioè di quello col quale ella misura la torre, e dell'altro col quale ella la segue: dal qual composto ne risulterebbe che 'l sasso descriverebbe non più quella semplice linea retta e perpendicolare, ma una trasversale, e forse non retta.

Simpl. Del non retta non lo so; ma intendo bene che di necessità sarebbe trasversale, e differente dall'altra retta perpendicolare, che ella descrisse stando la Terra immobile.

Sal. Adunque dal solamente vedere la pietra cadente rader la torre, voi non potete sicuramente affermare che ella descriva una linea retta e perpendicolare, se non supposto prima che la Terra stia ferma.

Simpl. Così è; perché quando la Terra si movesse, il moto della pietra sarebbe trasversale, e non a perpendicolo.

Sal. Ecco dunque il paralogismo d'Aristotile e di Tolomeo evidente e chiaro, e scoperto da voi medesimo, nel quale si suppon per noto quello che s'intende di dimostrare.

Simpl. In che modo? A me si dimostra silogismo in buona forma, e non una petizion di principio.

Sal. Eccovi in che modo. Ditemi un poco: nella dimostrazione non si pon egli la conclusione ignota?

Simpl. Ignota, perché altrimenti il dimostrarla sarebbe superfluo.

Sal. Ma il mezo termine non conviene egli che sia noto?

Simpl. È necessario, perché altramente sarebbe un voler provare *ignotum per æque ignotum*.

Sal. La nostra conclusione da provarsi, e che è ignota, non è la stabilità della Terra?

Simpl. Cotesta è.

Sal. Il mezo, che deve esser noto, non è la caduta del sasso retta e perpendicolare?

Simpl. Questo è il mezo.

Sal. Ma non s'è egli poco fa concluso, che noi non possiamo aver notizia che tal caduta sia retta e perpendicolare,

se prima non ci è noto che la Terra stia ferma? adunque nel vostro silogismo la certezza del mezo si cava dall'incertezza della conclusione. Vedete dunque quale e quanto è il paralogismo.

Sagr. Io vorrei, in grazia del signor Simplicio, difender se fusse possibile, Aristotile, o almeno restar io meglio capace della forza della vostra illazione. Voi dite: Il veder rader la torre non basta per assicurarsi che 'l moto del sasso sia perpendicolare, che è il mezo termine del silogismo, se non si suppone che la Terra stia ferma, che è la conclusione da provarsi; perché, quando la torre si movesse insieme con la Terra, ed il sasso la radesse, il moto del sasso sarebbe trasversale, e non perpendicolare. Ma io risponderò, che quando la torre si movesse, sarebbe impossibile che 'l sasso cadesse radendola, e però dal cader radendo s'inferisce la stabilità della Terra.

Simpl. Così è; perché a voler che 'l sasso venisse radendo la torre, quando ella fusse portata dalla Terra, bisognerebbe che 'l sasso avesse due moti naturali, cioè 'l retto verso 'l centro e 'l circolare intorno al centro, il che è poi impossibile.

Sal. La difesa dunque d'Aristotile consiste nell'esser impossibile, o almeno nell'aver egli stimato impossibile, che 'l sasso potesse muoversi di un moto misto di retto e di circolare; perché quando e' non avesse avuto per impossibile che la pietra potesse muoversi al centro e 'ntorno al centro unitamente, egli averebbe inteso che poteva accadere che 'l sasso cadente potesse venir radendo la torre tanto movendosi ella quanto stando ferma, e in conseguenza si sarebbe accorto che da questo radere non si poteva inferir niente attenente al moto o alla quiete della Terra. Ma questo non iscusa altramente Aristotile, non solamente perché doveva dirlo, quando egli avesse auto tal concetto, essendo un punto tanto principale nel suo argumento, ma di più ancora perché non si può dir né che tale effetto sia impossibile né che Aristotile l'abbia stimato impossibile. Non si può dire il primo, perché di qui a poco mostrerò ch'egli è non pur possibile, ma necessario: né meno si può dire il secondo, perché Aristotile medesimo concede al fuoco l'andare in su natural-

mente per linea retta e 'l muoversi in giro col moto diurno, participato dal cielo a tutto l'elemento del fuoco ed alla maggior parte dell'aria; se dunque e' non ha per impossibile mescolare il retto in su col circolare, comunicato al fuoco ed all'aria dal concavo lunare, assai meno dovrà reputare impossibile il retto in giù del sasso col circolare, che fusse naturale di tutto 'l globo terrestre, del quale il sasso è parte.

Simpl. A me non par cotesta cosa, perché quando l'elemento del fuoco vadia in giro insieme con l'aria, facilissima anzi necessaria cosa è che una particella di fuoco, che da Terra sormonti in alto, nel passar per l'aria mobile riceva l'istesso movimento, essendo corpo così tenue e leggiero e agevolissimo ad esser mosso; ma che un sasso gravissimo o una palla d'artiglieria, che da alto venga a basso e sia già posta in sua balìa, si lasci trasportar né da aria né da altro, ha del tutto dell'inopinabile. Oltre che ci è l'esperienza tanto propria, della pietra lasciata dalla cima dell'albero della nave, la qual, mentre la nave sta ferma, casca al piè dell'albero, ma quando la nave camina, cade tanto lontana dal medesimo termine, quando la nave nel tempo della caduta del sasso è scorsa avanti; che non son poche braccia, quando 'l corso della nave è veloce.

Sal. Gran disparità è tra 'l caso della nave e quel della Terra, quando 'l globo terrestre avesse il moto diurno. Imperocché manifestissima cosa è che il moto della nave, sì come non è suo naturale, così è accidentario di tutte le cose che sono in essa; onde non è meraviglia che quella pietra, che era ritenuta in cima dell'albero, lasciata in libertà scenda a basso, senza obligo di seguire il moto della nave. Ma la conversion diurna si dà per moto proprio e naturale al globo terrestre, ed in conseguenza a tutte le sue parti, e come impresso dalla natura è in loro indelebile; e però quel sasso che è in cima della torre, ha per suo primario instinto l'andare intorno al centro del suo tutto in ventiquattr'ore, e questo natural talento esercita egli eternamente, sia pur posto in qualsivoglia stato. E per restar persuaso di questo, non avete a far altro che mutar un'antiquata impressione

fatta nella vostra mente, e dire: « Sì come, per avere stimato io sin ora che sia proprietà del globo terrestre lo stare immobile intorno al suo centro, non ho mai auto difficultà o repugnanza alcuna in apprendere che qualsivoglia sua particella resti essa ancora naturalmente nella medesima quiete; così è ben dovere che quando naturale instinto fusse del globo terreno l'andare intorno in ventiquattr'ore, sia d'ogni sua parte ancora intrinseca e naturale inclinazione non lo star ferma, ma seguire il medesimo corso »: e così senza urtare in veruno inconveniente si potrà concludere, che per non esser naturale, ma straniero, il moto conferito alla nave dalla forza de' remi, e per essa a tutte le cose che in lei si ritrovano, sia ben dovere che quel sasso, separato che e' sia dalla nave, si riduca alla sua naturalezza e ritorni ad esercitare il puro e semplice suo natural talento. Aggiugnesi che è necessario che almeno quella parte d'aria che è inferiore alle maggiori altezze de i monti, venga dall'asprezza della superficie terrestre rapita e portata in giro, o pure che, come mista di molti vapori ed esalazioni terrestri, naturalmente séguiti il moto diurno; il che non avviene dell'aria che è intorno alla nave cacciata da i remi: per lo che l'argumentare dalla nave alla torre non ha forza d'illazione; perché quel sasso che vien dalla cima dell'albero, entra in un mezo che non ha il moto della nave; ma quel che si parte dall'altezza della torre, si trova in un mezo che ha l'istesso moto che tutto 'l globo terrestre, talché, senz'esser impedito dall'aria, anzi più tosto favorito dal moto di lei, può seguire l'universal corso della Terra.

Simpl. Io non resto capace, che l'aria possa imprimere in un grandissimo sasso o in una grossa palla di ferro o di piombo, che passasse, verbigrazia, dugento libre, il moto col quale essa medesima si muove e che per avventura ella comunica alle piume, alla neve ed altre cose leggierissime; anzi veggo che un peso di quella sorte, esposto a qualsivoglia più impetuoso vento, non vien pur mosso di luogo un sol dito: or pensate se l'aria lo porterà seco.

Sal. Gran disparità è tra la vostra esperienza e 'l nostro caso. Voi fate sopraggiugnere il vento a quel sasso posto

in quiete; e noi esponghiamo nell'aria, che già si muove, il sasso, che pur si muove esso ancora con l'istessa velocità, talché l'aria non gli ha a conferire un nuovo moto, ma solo mantenerli, o per meglio dire non impedirli, il già concepito: voi volete cacciar il sasso d'un moto straniero e fuor della sua natura; e noi, conservarlo nel suo naturale, Se voi volevi produrre una più aggiustata esperienza, dovevi dire che si osservasse, se non con l'occhio della fronte, almeno con quel della mente, ciò che accaderebbe quando un'aquila portata dall'impeto del vento si lasciasse cader da gli artigli una pietra; la quale, perché già nel partirsi dalle branche volava al pari del vento, e dopo partita entra in un mezo mobile con egual velocità, ho grande opinione che non si vedrebbe cader giù a perpendicolo, ma che, seguendo 'l corso del vento ed aggiugnendovi quel della propria gravità, si moverebbe di un moto trasversale [26].

Simpl. Bisognerebbe poterla fare una tale esperienza, e poi secondo l'evento giudicare; in tanto l'effetto della nave sin qui mostra di applaudere all'opinion nostra.

Sal. Ben diceste, sin qui; perché forse di qui a poco potrebbe mutar sembianza. E per non vi tener, come si dice, più su le bacchette, ditemi, signor Simplicio: parv'egli internamente che l'esperienza della nave quadri così bene al proposito nostro, che ragionevolmente si debba credere che quello che si vede accadere in lei, debba ancora accadere nel globo terrestre?

Simpl. Sin qui mi è parso di sì; e benché voi abbiate arrecate alcune piccole disuguaglianze, non mi paion di tal momento che basti a rimuovermi di parere.

Sal. Anzi desidero che voi ci continuiate, e tenghiate saldo che l'effetto della Terra abbia a rispondere a quel

[26] Nelle *Mecaniche* (vol. I, p. 172) Galilei aveva asserito che la caduta naturale dei corpi verso il centro della Terra non segue necessariamente la linea retta, ma al contrario una linea qualsiasi che abbia un'inclinazione verso il centro, come fa l'acqua, che, pur cadendo perpendicolarmente da una certa altezza, poi scorre sulla terra « sopra linee, benché pochissimo, inclinate », secondo la nozione stessa di momento di gravità, esposta in quel trattato.

della nave, purché quando ciò si scoprisse progiudiziale al vostro bisogno, non vi venisse umore di mutar pensiero. Voi dite: « Perché, quando la nave sta ferma, il sasso cade al piè dell'albero, e quando ell'è in moto cade lontano dal piede, adunque, per il converso, dal cadere il sasso al piede si inferisce la nave star ferma, e dal caderne lontano s'argumenta la nave muoversi; e perché quello che occorre della nave deve parimente accader della Terra, però dal cader della pietra al piè della torre si inferisce di necessità l'immobilità del globo terrestre ». Non è questo il vostro discorso?

Simpl. È per appunto, ridotto in brevità, che lo rende agevolissimo ad apprendersi.

Sal. Or ditemi: se la pietra lasciata dalla cima dell'albero, quando la nave cammina con gran velocità, cadesse precisamente nel medesimo luogo della nave nel quale casca quando la nave sta ferma, qual servizio vi presterebber queste cadute circa l'assicurarvi se 'l vassello sta fermo o pur se cammina?

Simpl. Assolutamente nissuno: in quel modo che, per esempio, dal batter del polso non si può conoscere se altri dorme o è desto, poiché il polso batte nell'istesso modo ne' dormienti che ne i vegghianti.

Sal. Benissimo. Avete voi fatta mai l'esperienza della nave?

Simpl. Non l'ho fatta; ma ben credo che quelli autori che la producono, l'abbiano diligentemente osservata: oltre che si conosce tanto apertamente la causa della disparità, che non lascia luogo di dubitare.

Sal. Che possa esser che quelli autori la portino senza averla fatta, voi stesso ne sete buon testimonio, che senza averla fatta la recate per sicura e ve ne rimettete a buona fede al detto loro: sì come è poi non solo possibile, ma necessario, che abbiano fatto essi ancora, dico di rimettersi a i suoi antecessori, senza arrivar mai a uno che l'abbia fatta; perché chiunque la farà, troverà l'esperienza mostrar tutto 'l contrario di quel che viene scritto: cioè mostrerà che la pietra casca sempre nel medesimo luogo della nave, stia ella ferma o muovasi con qualsivoglia velocità. Onde, per esser

la medesima ragione della Terra che della nave, dal cader la pietra sempre a perpendicolo al piè della torre non si può inferir nulla del moto o della quiete della Terra.

Simpl. Se voi mi rimetteste ad altro mezo che all'esperienza, io credo bene che le dispute nostre non finirebber per fretta; perché questa mi pare una cosa tanto remota da ogni uman discorso, che non lasci minimo luogo alla credulità o alla probabilità.

Sal. E pur l'ha ella lasciato in me.

Simpl. Che dunque voi non n'avete fatte cento, non che una prova, e l'affermate così francamente per sicura? Io ritorno nella mia incredulità, e nella medesima sicurezza che l'esperienza sia stata fatta da gli autori principali che se ne servono, e che ella mostri quel che essi affermano.

Sal. Io senza esperienza son sicuro che l'effetto seguirà come vi dico, perché così è necessario che segua; e più v'aggiungo che voi stesso ancora sapete che non può seguire altrimenti, se ben fingete, o simulate di fingere, di non lo sapere. Ma io son tanto buon cozzon di cervelli, che ve lo farò confessare a viva forza. Ma il signor Sagredo sta molto cheto: mi pareva pur di vedervi far non so che moto, per dir alcuna cosa.

Sagr. Volevo veramente dir non so che; ma la curiosità che mi ha mossa questo sentir dire di far tal violenza al signor Simplicio, che palesi la scienza che e' ci vuole occultare, mi ha fatto deporre ogni altro desiderio: però vi prego ad effettuare il vanto.

Sal. Purché il signor Simplicio si contenti di rispondere alle mie interrogazioni, io non mancherò.

Simpl. Io risponderò quel che saprò, sicuro che avrò poca briga, perché delle cose che io tengo false non credo di poterne saper nulla, essendoché la scienza è de' veri, e non de' falsi.

Sal. Io non desidero che voi diciate o rispondiate di saper niente altro che quello che voi sicuramente sapete. Però ditemi: quando voi aveste una superficie [27] piana, puli-

[27] L'enunciazione che viene qui fatta, del principio d'inerzia, come norma utile alla dimostrazione del movimento terrestre di rivoluzione,

tissima come uno specchio e di materia dura come l'acciaio, e che fusse non parallela all'orizonte, ma alquanto inclinata, e che sopra di essa voi poneste una palla perfettamente sferica e di materia grave e durissima, come, verbigrazia, di bronzo, lasciata in sua libertà che credete voi che ella facesse? non credete voi (sì come credo io) che ella stesse ferma? [28]

Simpl. Se quella superficie fusse inclinata?

Sal. Sì, ché così già ho supposto.

Simpl. Io non credo che ella si fermasse altrimente, anzi pur son sicuro ch'ella si muoverebbe verso il declive spontaneamente.

Sal. Avvertite bene a quel che voi dite, signor Simplicio, perché io son sicuro ch'ella si fermerebbe in qualunque luogo voi la posaste.

dev'essere collocata in tutto il processo evolutivo della meccanica galileiana, che precede e prepara la nuova concezione astronomica: è infatti nella legge d'inerzia che Galilei ritrova gli elementi di una nuova cinematica dei corpi che si accorda più con la teoria eliocentrica che con quella geocentrica. Dopo l'abbandono della teoria dell'*impetus*, e con la definizione della nozione di « momento » come « propensione di andare al basso cagionata non tanto dalla gravità del mobile, quanto dalla disposizione che abbino tra di loro diversi corpi » (cfr. *Le Mecaniche*, vol. I, p. 147) Galilei si aprì la strada per compiere esperimenti sui piani inclinati e sulle oscillazioni pendolari (cfr. la lettera a Guidobaldo del Monte, vol. I, pp. 857 segg.) che lo condurranno alla determinazione del principio d'inerzia quale è qui esposto, ciò che gli consente di accertare le condizioni di un corpo posto su una superficie « né acclive né declive », che se fosse fermo, resterebbe in tale stato, ma se ricevesse un impulso sia pure minimo, si muoverebbe nella direzione dell'impeto con moto uniforme e costante: proprio come è il caso della Terra sospesa nel vuoto. Si vedano anche per il principio d'inerzia i *Discorsi intorno a due nuove scienze*, p. 770.

[28] È questo uno dei frequenti « esperimenti mentali », cui Galilei, posto di fronte alla necessità di avere una rappresentazione quantitativa del fenomeno e del suo procedimento, ma non potendo realizzarlo in modo diretto e immediato, non potendo cioè approntare strumenti e macchine idonee alla riproduzione fedele di esso, ricorre alla sua rappresentazione grafica, mediante figure geometriche, o addirittura all'ausilio dell'immaginazione. Forme singolari d'interrogazione della natura, essi non hanno nulla di deduttivo e di deducibile, e quindi non possono essere considerati come parti della ricerca razionale, ma piuttosto come constatazioni ottenute mediante l'immaginazione, cui fa ricorso lo scienziato a causa della limitata possibilità dell'esperienza.

Simpl. Come voi, signor Salviati, vi servite di questa sorte di supposizioni, io comincierò a non mi maravigliar che voi concludiate conclusioni falsissime.

Sal. Avete dunque per sicurissimo ch'ella si moverebbe verso il declive spontaneamente?

Simpl. Che dubbio?

Sal. E questo lo tenete per fermo, non perché io ve l'abbia insegnato (perché io cercavo di persuadervi il contrario), ma per voi stesso e per il vostro giudizio naturale.

Simpl. Ora intendo il vostro artifizio: voi dicevi così per tentarmi e (come si dice dal vulgo) per iscalzarmi, ma non che in quella guisa credeste veramente.

Sal. Così sta. E quanto durerebbe a muoversi quella palla, e con che velocità? E avvertite che io ho nominata una palla perfettissimamente rotonda ed un piano esquisitamente pulito [29], per rimuover tutti gli impedimenti esterni ed accidentarii: e così voglio che voi astragghiate dall'impedimento dell'aria, mediante la sua resistenza all'essere aperta, e tutti gli altri ostacoli accidentarii, se altri ve ne potessero essere.

Simpl. Ho compreso il tutto benissimo: e quanto alla vostra domanda, rispondo che ella continuerebbe a muoversi in infinito, se tanto durasse la inclinazione del piano, e con movimento accelerato continuamente; ché tale è la natura de i mobili gravi, che *vires acquirant eundo*: e quanto maggior fusse la declività, maggior sarebbe la velocità.

Sal. Ma quand'altri volesse che quella palla si movesse all'insù sopra quella medesima superficie, credete voi che ella vi andasse?

Simpl. Spontaneamente no, ma ben strascinatavi o con violenza gettatavi.

Sal. E quando da qualche impeto violentemente impressole ella fusse spinta, quale e quanto sarebbe il suo moto?

Simpl. Il moto andrebbe sempre languendo e ritardandosi, per esser contro a natura, e sarebbe più lungo o più

[29] Cfr. *Le Mecaniche*, vol. I, p. 174.

breve secondo il maggiore o minore impulso e secondo la maggiore o minore acclività.

Sal. Parmi dunque sin qui che voi mi abbiate esplicati gli accidenti d'un mobile sopra due diversi piani; e che nel piano inclinato il mobile grave spontaneamente descende e va continuamente accelerandosi [30], e che a ritenervelo in quiete bisogna usarvi forza; ma sul piano ascendente ci vuol forza a spignervelo ed anco a fermarvelo, e che 'l moto impressogli va continuamente scemando, sì che finalmente si annichila. Dite ancora di più che nell'un caso e nell'altro nasce diversità dall'esser la declività o acclività del piano, maggiore o minore; sì che alla maggiore inclinazione segue maggior velocità, e, per l'opposito, sopra 'l piano acclive il medesimo mobile cacciato dalla medesima forza in maggior distanza si muove quanto l'elevazione è minore. Ora ditemi quel che accaderebbe del medesimo mobile sopra una superficie che non fusse né acclive né declive.

Simpl. Qui bisogna ch'io pensi un poco alla risposta. Non vi essendo declività, non vi può essere inclinazione naturale al moto, e non vi essendo acclività, non vi può esser resistenza all'esser mosso, talché verrebbe ad essere indifferente tra la propensione e la resistenza al moto: parmi dunque che e' dovrebbe restarvi naturalmente fermo. Ma io sono smemorato, perché non è molto che 'l signor Sagredo mi fece intender che così seguirebbe.

Sal. Così credo, quando altri ve lo posasse fermo; ma se gli fusse dato impeto verso qualche parte, che seguirebbe?

Simpl. Seguirebbe il muoversi verso quella parte.

Sal. Ma di che sorte di movimento? di continuamente accelerato, come ne' piani declivi, o di successivamente ritardato, come negli acclivi?

Simpl. Io non ci so scorgere causa di accelerazione, né di ritardamento, non vi essendo né declività né acclività.

[30] Come ha dimostrato nelle *Mecaniche* e come tornerà a precisare nei *Discorsi* (p. 737) la velocità di caduta di un corpo non è determinata tanto dalla lunghezza o dall'inclinazione del piano, quanto dall'altezza di caduta, dalla distanza verticale dal centro della Terra.

Sal. Sì. Ma se non vi fusse causa di ritardamento, molto meno vi dovrebbe esser di quiete: quanto dunque vorreste voi che il mobile durasse a muoversi?

Simpl. Tanto quanto durasse la lunghezza di quella superficie né erta né china.

Sal. Adunque se tale spazio fusse interminato, il moto in esso sarebbe parimente senza termine, cioè perpetuo?

Simpl. Parmi di sì, quando il mobile fusse di materia da durare.

Sal. Già questo si è supposto, mentre si è detto che si rimuovano tutti gl'impedimenti accidentarii ed esterni, e la fragilità del mobile, in questo fatto, è un degli impedimenti accidentarii. Ditemi ora: quale stimate voi la cagione [31] del muoversi quella palla spontaneamente sul piano inclinato, e non, senza violenza, sopra l'elevato?

Simpl. Perché l'inclinazion de' corpi gravi è di muoversi verso 'l centro della Terra, e solo per violenza in su verso la circonferenza; e la superficie inclinata è quella che acquista vicinità al centro, e l'acclive discostamento.

Sal. Adunque una superficie che dovesse esser non declive e non acclive, bisognerebbe che in tutte le sue parti fusse egualmente distante dal centro. Ma di tali superficie ve n'è egli alcuna al mondo?

Simpl. Non ve ne mancano: ècci quella del nostro globo terrestre, se però ella fusse ben pulita, e non, quale ella è, scabrosa e montuosa; ma vi è quella dell'acqua, mentre è placida e tranquilla.

Sal. Adunque una nave che vadia movendosi per la bonaccia del mare, è un di quei mobili che scorrono per una di quelle superficie che non sono né declivi né acclivi, e però disposta, quando le fusser rimossi tutti gli ostacoli accidentarii ed esterni, a muoversi, con l'impulso concepito una volta, incessabilmente e uniformemente.

Simpl. Par che deva esser così.

Sal. E quella pietra ch'è su la cima dell'albero non si mov'ella, portata dalla nave, essa ancora per la circonfe-

[31] Cfr. *Discorsi intorno a due nuove scienze*, pp. 746-47.

renza d'un cerchio intorno al centro, e per conseguenza d'un moto indelebile in lei, rimossi gli impedimenti esterni? e questo moto non è egli così veloce come quel della nave?

Simpl. Sin qui tutto cammina bene. Ma il resto?

Sal. Cavatene in buon'ora l'ultima conseguenza da per voi, se da per voi avete sapute tutte le premesse.

Simpl. Voi volete dir per ultima conclusione, che movendosi quella pietra d'un moto indelebilmente impressole, non l'è per lasciare, anzi è per seguire la nave, ed in ultimo per cadere nel medesimo luogo dove cade quando la nave sta ferma; e così dico io ancora che seguirebbe quando non ci fussero impedimenti esterni, che sturbassero il movimento della pietra dopo esser posta in libertà: li quali impedimenti son due; l'uno è l'essere il mobile impotente a romper l'aria col suo impeto solo, essendogli mancato quello della forza de' remi, del quale era partecipe, come parte della nave, mentre era su l'albero; l'altro è 'l moto novello del cadere a basso, che pur bisogna che sia d'impedimento all'altro progressivo.

Sal. Quanto all'impedimento dell'aria, io non ve lo nego; e quando il cadente fusse materia leggiera, come una penna o un fiocco di lana, il ritardamento sarebbe molto grande; ma in una pietra grave, è piccolissimo: e voi stesso poco fa avete detto che la forza del più impetuoso vento non basta a muover di luogo una grossa pietra; or pensate quel che farà l'aria quieta incontrata dal sasso, non più veloce di tutto 'l navilio. Tuttavia, come ho detto, vi concedo questo piccolo effetto, che può dependere da tale impedimento; sì come so che voi concederete a me che quando l'aria si movesse con l'istessa velocità della nave e del sasso, l'impedimento sarebbe assolutamente nullo. Quanto all'altro, del sopravegnente moto in giù, prima è manifesto che questi due, dico il circolare intorno al centro e 'l retto verso 'l centro, non son contrarii né destruttivi l'un dell'altro né incompatibili, perché, quanto al mobile, ei non ha repugnanza alcuna a cotal moto: ché già voi stesso avete conceduto, la repugnanza esser contro al moto che allontana dal centro, e l'inclinazione, verso il moto che avvicina al

centro; onde necessariamente segue che al moto che non appressa né discosta dal centro, non ha il mobile né repugnanza né propensione né, in conseguenza, cagione di diminuirsi in lui la facultà impressagli: e perché la causa motrice non è una sola, che si abbia, per la nuova operazione, a inlanguidire, ma son due tra loro distinte, delle quali la gravità attende solo a tirare il mobile al centro, e la virtù impressa a condurlo intorno al centro, non resta occasione alcuna d'impedimento.

Simpl. Il discorso veramente è in apparenza assai probabile, ma in essenza turbato un poco da qualche intoppo mal agevole a superarsi. Voi in tutto 'l progresso avete fatta una supposizione, che dalla scuola peripatetica non di leggiero vi sarà conceduta, essendo contrariissima ad Aristotile: e questa è il prender come cosa notoria e manifesta che 'l proietto separato dal proiciente continui il moto per virtù impressagli dall'istesso proiciente, la qual virtù impressa è tanto esosa nella peripatetica filosofia, quanto il passaggio d'alcuno accidente d'uno in un altro suggetto: nella qual filosofia si tiene, come credo che vi sia noto, che 'l proietto sia portato dal mezo, che nel nostro caso viene ad esser l'aria; e però se quel sasso, lasciato dalla cima dell'albero, dovesse seguire il moto della nave, bisognerebbe attribuire tal effetto all'aria, e non a virtù impressagli: ma voi supponete che l'aria non séguiti il moto della nave, ma sia tranquilla. Oltre che colui che lo lascia cadere, non l'ha a scagliare né dargli impeto col braccio, ma deve semplicemente aprir la mano e lasciarlo: e così, né per virtù impressagli dal proiciente, né per benefizio dell'aria, potrà il sasso seguire 'l moto della nave, e però resterà indietro.

Sal. Parmi dunque di ritrar dal vostro parlare, che non venendo la pietra cacciata dal braccio di colui, la sua non venga altrimenti ad essere una proiezione.

Simpl. Non si può propriamente chiamar moto di proiezione.

Sal. Quello dunque che dice Aristotile del moto, del mobile e del motore de i proietti, non ha che fare nel nostro proposito; e se non ci ha che fare, perché lo producete?

Simpl. Producolo per amor di quella virtù impressa, nominata ed introdotta da voi, la quale, non essendo al mondo, non può operar nulla, perché *non entium nullæ sunt operationes*; e però non solo del moto de i proietti, ma di ogn'altro che non sia naturale, bisogna attribuirne la causa motrice al mezo, del quale non si è avuta la debita considerazione; e però il detto sin qui resta inefficace.

Sal. Orsù tutto in buon'ora. Ma ditemi: già che la vostra instanza si fonda tutta su la nullità della virtù impressa, quando io vi abbia dimostrato che 'l mezo non ha che fare nella continuazion del moto de' proietti, dopo che son separati dal proiciente, lascierete voi in essere la virtù impressa, o pur vi moverete con qualch'altr'assalto alla sua destruzione?

Simpl. Rimossa l'azione del mezo, non veggo che si possa ricorrere ad altro che alla facultà impressa dal movente.

Sal. Sarà bene, per levare il più che sia possibile le cause dell'andarsene in infinito con le altercazioni, che voi quanto si può distintamente spianiate qual sia l'operazione del mezo nel continuar il moto al proietto.

Simpl. Il proiciente ha il sasso in mano; muove con velocità e forza il braccio, al cui moto si muove non più il sasso che l'aria circonvicina, onde il sasso, nell'esser abbandonato dalla mano, si trova nell'aria che già si muove con impeto, e da quella vien portato: che se l'aria non operasse, il sasso cadrebbe dalla mano al piede del proiciente [32].

Sal. E voi sete stato tanto credulo che vi sete lasciato persuader queste vanità, mentre in voi stesso avevi i sensi da confutarle e da intenderne il vero? Però ditemi: quella gran pietra e quella palla d'artiglieria che, posata solamente sopra una tavola, restava immobile contro a qualsivoglia impetuoso vento, secondo che voi poco fa affermaste,

[32] Si veda nelle *Mecaniche* la parte relativa alla forza della percossa, vol. I, pp. 184-87, che Galilei aveva spiegato ricorrendo al principio della bilancia, stabilendo un rapporto tra la forza del corpo che percuote e la resistenza di quello percosso; più tardi però, nella sesta giornata aggiunta dei *Discorsi*, Galilei avvertirà che l'effetto della percossa non poteva essere assimilabile a quello della pressione.

se fusse stata una palla di sughero o altrettanta bambagia, credete che il vento l'avesse mossa di luogo?

Simpl. Anzi so certo che l'averebbe portata via, e tanto più velocemente, quanto la materia fusse stata più leggiera; ché per questo veggiamo noi le nugole esser portate con velocità pari a quella del vento stesso che le spigne.

Sal. E 'l vento che cosa è?

Simpl. Il vento si definisce, non esser altro che aria mossa.

Sal. Adunque l'aria mossa molto più velocemente e 'n maggior distanza traporta le materie leggierissime che le gravissime?

Simpl. Sicuramente.

Sal. Ma quando voi aveste a scagliar col braccio un sasso, e poi un fiocco di bambagia, chi si moverebbe con più velocità e in maggior lontananza?

Simpl. La pietra assaissimo; anzi la bambagia mi cascherebbe a i piedi.

Sal. Ma se quel che muove il proietto, doppo l'esser lasciato dalla mano, non è altro che l'aria mossa dal braccio, e l'aria mossa più facilmente spigne le materie leggiere che le gravi, come dunque il proietto di bambagia non va più lontano e più veloce di quel di pietra? bisogna pure che nella pietra resti qualche cosa, oltre al moto dell'aria. Di più, se da quella trave pendessero due spaghi lungi egualmente, e in capo dell'uno fusse attaccata una palla di piombo, e una di bambagia nell'altro, ed amendue si allontanassero egualmente dal perpendicolo, e poi si lasciassero in libertà, non è dubbio che l'una e l'altra si moverebbe verso 'l perpendicolo, e che spinta dal proprio impeto lo trapasserebbe per certo intervallo, e poi vi ritornerebbe. Ma qual di questi due penduli credete voi che durasse più a muoversi, prima che fermarsi a piombo?

Simpl. La palla di piombo andrà in qua e 'n là mille volte, e quella di bambagia dua o tre al più.

Sal. Talché quell'impeto e quella mobilità, qualunque se ne sia la causa, più lungamente si conserva nelle materie gravi che nelle leggieri. Vengo ora a un altro punto, e vi

domando: perché l'aria non porta via adesso quel cedro ch'è su quella tavola?

Simpl. Perché ella stessa non si muove.

Sal. Bisogna dunque che il proiciente conferisca il moto all'aria, col quale ella poi muova il proietto. Ma se tal virtù non si può imprimere, non si potendo far passare un accidente d'un subbietto in un altro, come può passare dal braccio nell'aria? non è forse l'aria un subbietto altro dal braccio?

Simpl. Rispondesi che l'aria, per non esser né grave né leggiera nella sua regione, è disposta a ricevere facilissimamente ogni impulso ed a conservarlo ancora.

Sal. Ma se i penduli adesso adesso ci hanno mostrato che il mobile, quanto meno participa di gravitá, tanto è meno atto a conservare il moto, come potrà essere che l'aria, che in aria non ha punto di gravitá, essa solo conservi il moto concepito? Io credo, e so che voi ancora credete al presente, che non prima si ferma il braccio, che l'aria attorno gli. Entriamo in camera, e con uno sciugatoio agitiamo quanto più si possa l'aria, e fermato il panno conducasi una piccola candeletta accesa nella stanza, o lascivisi andar una foglia d'oro volante; che voi dal vagar quieto dell'una e dell'altra v'accorgerete dell'aria ridotta immediatamente a tranquillità. Io potrei addurvi mille esperienze, ma dove non bastasse una di queste, si potrebbe aver la cura per disperata affatto.

Sagr. Quando si tira una freccia contr'al vento, quanto è incredibil cosa che quel filetto d'aria, spinto dalla corda, vadia al dispetto della fortuna accompagnando la freccia! Ma io ancora vorrei sapere un particolare da Aristotile, per il quale prego il signor Simplicio che mi favorisca di risposta Quando col medesimo arco fussero tirate due freccie, una per punta al modo consueto, e l'altra per traverso, cioè posandola per lo lungo su la corda, e così distesa tirandola, vorrei sapere qual di esse andrebbe più lontana. Favoritemi in grazia di risposta, benché forse la dimanda vi paia più tosto ridicola che altrimenti; e scusatemi, perché io, che

ho, come voi vedete, anzi del grossetto che no, non arrivo più in alto con la mia speculativa.

Simpl. Io non ho veduto mai tirar le freccie per traverso: tuttavia credo che intraversata non andrebbe né anco la ventesima parte di quel ch'ella va per punta.

Sagr. E perché io ho creduto l'istesso, quindi è che mi è nata occasione di metter dubbio tra 'l detto d'Aristotile e l'esperienza. Perché, quanto all'esperienza, s'io metterò sopra quella tavola due freccie in tempo che spiri vento gagliardo, una posata per il filo del vento e l'altra intraversata, il vento porterà via speditamente questa e lascierà star l'altra: ed il medesimo par che dovesse accadere, quando la dottrina d'Aristotile fusse vera, delle due tirate con l'arco; imperocché la traversa vien cacciata da una gran quantità dell'aria mossa dalla corda, cioè da tanta quanta è la sua lunghezza, dove che l'altra freccia non riceve impulso da più aria che si sia il piccolissimo cerchietto della sua grossezza: ed io non so immaginarmi la cagione di tal diversità, e desidererei di saperla.

Simpl. La causa mi par assai manifesta, ed è perché la freccia tirata per punta ha a penetrar poca quantità d'aria, e l'altra ne ha da fender tanto quanta è tutta la sua lunghezza.

Sagr. Adunque le freccie tirate hanno a penetrar l'aria? Oh se l'aria va con loro, anzi è quella che le conduce, che penetrazione vi può essere? non vedete voi che a questo modo bisognerebbe che la freccia si movesse con maggior velocità che l'aria? e questa maggior velocità, chi la conferisce alla freccia? vorrete voi dir che l'aria le dia velocità maggiore della sua propria? Intendete dunque, signor Simplicio, che 'l negozio procede per l'appunto a rovescio di quel che dice Aristotile, e che tanto è falso che 'l mezo conferisca il moto al proietto, quanto è vero che egli solo è che gli arreca impedimento: e inteso questo, intenderete senza trovar difficultà che quando l'aria si muove veramente, molto meglio porta seco la freccia per traverso che per lo dritto, perché molta è l'aria che la spigne in quella postura,

e pochissima in questa; ma tirate con l'arco, perché l'aria sta ferma, la freccia traversa, percotendo in molt'aria, molto viene impedita, e l'altra per punta facilissimamente supera l'ostacolo della minima quantità d'aria che se le oppone.

Sal. Quante proposizioni ho io notate in Aristotile (intendendo sempre nella filosofia naturale), che sono non pur false, ma false in maniera, che la sua diametralmente contraria è vera, come accade di questa! Ma seguitando il nostro proposito, credo che il signor Simplicio resti persuaso che dal veder cader la pietra nel medesimo luogo sempre, non si possa conietturare circa il moto o la stabilità della nave; e quando il detto sin qui non gli bastasse, ci è l'esperienza di mezo, che lo potrà del tutto assicurare: nella quale esperienza, al più che e' potesse vedere, sarebbe il rimanere indietro il mobile cadente, quando e' fusse di materia assai leggiera e che l'aria non seguisse il moto della nave; ma quando l'aria si movesse con pari velocità, niuna immaginabil diversità si troverebbe né in questa né in qualsivoglia altra esperienza, come appresso son per dirvi. Or, quando in questo caso non apparisca diversità alcuna, che si deve pretender di veder nella pietra cadente dalla sommità della torre, dove il movimento in giro è alla pietra non avventizio e accidentario, ma naturale ed eterno, e dove l'aria segue puntualmente il moto della torre, e la torre quel del globo terrestre? Avete voi, signor Simplicio, da replicar altro sopra questo particulare?

Simpl. Non altro, se non che non veggio sin qui provata la mobilità della Terra.

Sal. Né io tampoco ho preteso di provarla, ma solo di mostrare come dall'esperienza portata da gli avversarii per argomento della fermezza non si può cavar nulla; sì come credo mostrar dell'altre.

Sagr. Di grazia, signor Salviati, prima che passare ad altro, concedetemi che io metta in campo certa difficultà che mi si è raggirata per la fantasia mentre voi stavi con tanta flemma sminuzolando al signor Simplicio questa esperienza della nave.

Sal. Noi siam qui per discorrere, ed è bene che ogn'uno muova le difficultà che gli sovvengono, ché questa è la strada per venir in cognizion del vero [33]. Però dite.

Sagr. Quando sia vero che l'impeto col quale si muove la nave resti impresso indelebilmente nella pietra, dopo che s'è separata dall'albero, e sia in oltre vero che questo moto non arrechi impedimento o ritardamento al moto retto all'ingiù, naturale alla pietra, è forza che ne segua un effetto meraviglioso in natura. Stia la nave ferma, e sia il tempo della caduta d'un sasso dalla cima dell'albero due battute di polso: muovasi poi la nave, e lascisi andar dal medesimo luogo l'istesso sasso, il quale, per le cose dette, metterà pur il tempo di due battute ad arrivare a basso, nel qual tempo la nave avrà, verbigrazia, scorso venti braccia, talché il vero moto della pietra sarà stato una linea trasversale, assai più lunga della prima retta e perpendicolare, che è la sola lunghezza dell'albero: tuttavia la palla l'avrà passata nel medesimo tempo. Intendasi di nuovo il moto della nave accelerato assai più, sì che la pietra nel cadere dovrà passare una trasversale ancor più lunga dell'altra; ed insomma, crescendosi la velocità della nave quanto si voglia, il sasso cadente descriverà le sue trasversali sempre più e più lunghe e pur tutte le passerà nelle medesime due battute di polso: ed a questa similitudine, quando in cima di una torre fusse una colubrina livellata, e con essa si tirassero tiri di punto bianco, cioè paralleli all'orizonte, per poca o molta carica che si desse al pezzo, sì che la palla andasse a cadere ora lontana mille braccia, or quattro mila, or sei mila, or dieci mila etc., tutti questi tiri si spedirebbero in tempi eguali tra di loro, e ciascheduno eguale al tempo che la palla consumerebbe a venire dalla bocca del pezzo sino in terra, lasciata, senz'altro impulso, cadere semplicemente giù a perpendicolo. Or par meravigliosa cosa che nell'istesso breve tempo della caduta a piombo sino in terra dall'altezza, verbigrazia, di cento braccia, possa la medesima palla, cac-

[33] Cfr. la lettera al Castelli del 1639, vol. I, p. 971.

ciata dal fuoco; passare or quattrocento, or mille, or quattromila, ed or diecimila braccia, sì che la palla in tutti i tir di punto bianco si trattenga sempre in aria per tempi eguali.

Sal. La considerazione per la sua novità è bellissima, e quando l'effetto sia vero, è meraviglioso: e della sua verità io non ne dubito; e quando non ci fusse l'impedimento accidentario dell'aria, io tengo per fermo che se nell'uscir la palla del pezzo si lasciasse cader un'altra dalla medesima altezza giù a piombo, amendue arriverebbero in terra nel medesimo instante, ancorché quella avesse camminato diecimila braccia di distanza, e questa cento solamente; intendendo che il piano della Terra fusse eguale, che per sicurezza si potrebbe tirare sopra qualche lago. L'impedimento poi che potesse venir dall'aria, sarebbe nel ritardar il moto velocissimo del tiro. Or, se così vi piace, venghiamo alle soluzioni degli altri argomenti, già che il signor Simplicio resta (per quanto io mi creda) ben capace della nullità di questo primo, preso da i cadenti da alto a basso.

Simpl. Io non mi sento rimossi tutti gli scrupoli; e forse il difetto è mio, per non esser di così facile e veloce apprensiva come il signor Sagredo. E parmi che quando questo moto participato dalla pietra, mentre era su l'albero della nave, s'avesse, come voi dite, a conservar indelebilmente in lei, dopo ancora che si trova separata dalla nave, bisognerebbe che similmente quando alcuno, sendo sopra un cavallo che corresse velocemente, si lasciasse cader di mano una palla, quella, caduta in terra, continuasse il suo moto e seguitasse il corso del cavallo senza restargli a dietro: il quale effetto non credo io che si vegga, se non quando colui ch'è sul cavallo la gettasse con forza verso la parte del corso; ma senza questo, credo ch'ella resterà in terra dov'ella percuote.

Sal. Io credo che voi v'inganniate d'assai, e son sicuro che l'esperienza vi mostrerà il contrario, e che la palla, arrivata che sia in terra, correrà insieme col cavallo, né gli resterà indietro se non quanto l'asprezza ed inegualità della strada l'impedirà: e la ragione mi par pure assai chiara. Imperocché, quando voi, stando fermo, tiraste per terra la

medesima palla, non continuerebbe ella il moto anco fuor della vostra mano? e per tanto più lungo intervallo, quanto la superficie fusse più eguale, sì che, verbigrazia, sopra il ghiaccio andrebbe lontanissima?

Simpl. Questo non ha dubbio, quando io gli do impeto col braccio; ma nell'altro caso si suppone che colui che è sul cavallo la lasci solamente cadere.

Sal. Così voglio io che segua. Ma quando voi la tirate col braccio, che altro rimane alla palla, uscita che ella vi è di mano, che il moto concepito dal vostro braccio, il quale, in lei conservato, continua di condurla innanzi? ora, che importa che quell'impeto sia conferito alla palla più dal vostro braccio che dal cavallo? mentre che voi sete a cavallo, non corre la vostra mano, ed in conseguenza la palla, così veloce come il cavallo stesso? certo sì; adunque, nell'aprir solamente la mano, la palla si parte col moto già concepito non dal vostro braccio per moto vostro particolare, ma dal moto dependente dall'istesso cavallo, che vien comunicato a voi, al braccio, alla mano, e finalmente alla palla. Anzi voglio dirvi di più, che se colui nel correre getterà col braccio la palla al contrario del corso, ella, arrivata che sia in terra, talvolta, ancorché scagliata al contrario, pur seguiterà il corso del cavallo, e talvolta resterà ferma in terra, e solamente si muoverà all'opposito del corso, quando il moto ricevuto dal braccio superasse in velocità quello della carriera. Ed è una vanità quella di alcuni che dicono, potersi dal cavaliere lanciare una zagaglia per aria verso la parte del corso, e col cavallo seguirla e raggiugnerla e finalmente ripigliarla: e dico una vanità, perché a far che il proietto vi torni in mano, bisogna tirarlo all'insù, nel modo medesimo che se altri stesse fermo; perché, sia pure il corso quanto si voglia veloce, purché sia uniforme ed il proietto non sia una cosa leggierissima, sempre ricaderà in mano al proiciente, e sia pur gettato in alto quanto si voglia.

Sagr. Da questa dottrina io vengo in cognizione di alcuni problemi assai curiosi, in materia di questi proietti; il primo de' quali dovrà parer molto strano al signor Simpli-

cio. E il problema è questo: ch'io dico che è possibile che lasciata cader semplicemente la palla da uno che in qualsivoglia modo corra velocemente, arrivata che ella sia in terra, non solo segua il corso di colui, ma di assai lo anticipi; il qual problema è connesso con questo, che il mobile lanciato dal proiciente sopra il piano dell'orizonte, può acquistar nuova velocità, maggiore assai della conferitagli da esso proiciente. Il quale effetto ho io più volte con ammirazione osservato nello stare a veder costoro che giuocano a tirar con le ruzzole, le quali si veggono, uscite che son della mano, andar per aria con certa velocità, la qual poi se gli accresce assai nell'arrivare in terra; e se ruzzolando urtano in qualche intoppo che le faccia sbalzare in alto, si veggono per aria andar assai lentamente, e ricadute in terra pur tornano a muoversi con velocità maggiore: ma quel che è ancora più stravagante, ho io ancora osservato che non solamente vanno sempre più veloci per terra che per aria, ma di due spazi fatti amendue per terra, tal volta un moto nel secondo spazio è più veloce che nel piano. Or che direbbe qui il signor Simplicio?

Simpl. Direi, la prima cosa, di non aver fatta cotale osservazione; secondariamente, direi di non la credere; direi poi, nel terzo luogo, che, quando voi me ne accertaste e che demostrativamente me l'insegnaste, voi fuste un gran demonio.

Sagr. Di quelli però di Socrate, non di quei dell'Inferno. Ma voi pur tornate su questo insegnare; io vi dico che quando uno non sa la verità da per sé, è impossibile che altri gliene faccia sapere; posso bene insegnarvi delle cose che non son né vere né false, ma le vere, cioè le necessarie, cioè quelle che è impossibile ad esser altrimenti, ogni mediocre discorso o le sa da sé o è impossibile che ei le sappia mai [34]: e così so che crede anco il signor Salviati. E però vi dico che de i presenti problemi le ragioni son sapute da voi, ma forse non avvertite.

[34] Cfr. *Il Saggiatore*, vol. I, p. 712.

Simpl. Lasciamo per ora questa disputa, e concedetemi ch'io dica che non intendo né so queste cose che si trattano, e vedete pur di farmi restar capace de' problemi.

Sagr. Questo primo depende da un altro; il quale è, onde avvenga che, tirando la ruzzola con lo spago, assai più lontano ed in conseguenza con maggior forza va, che tirata con la semplice mano.

Simpl. Aristotile ancora fa non so che problemi intorno a questi proietti.

Sal. Sì, e molto ingegnosi, ed in particolare quello onde avvenga che le ruzzole tonde vanno meglio che le quadre.

Sagr. E di questo, signor Simplicio, non vi darebbe l'animo di sapere la ragione, senza altrui insegnamento?

Simpl. Sì bene, sì bene; ma lasciamo le beffe.

Sagr. Tanto sapete ancora la ragion di quest'altro. Ditemi dunque: sapete che una cosa si muova, quando vien impedita si ferma?

Simpl. Sollo; quando però l'impedimento è tanto che basti.

Sagr. Sapete voi che maggiore impedimento arreca al mobile l'avere a muoversi per terra che per aria, essendo la terra scabrosa e dura, e l'aria molle e cedente?

Simpl. E perché so questo, so che la ruzzola andrà più veloce per aria che per terra; talché il mio sapere è tutto all'opposito di quel che voi stimavi.

Sagr. Adagio, signor Simplicio. Sapete voi che nelle parti di un mobile che giri intorno al suo centro, si ritrovano movimenti verso tutte le bande? sì che altre ascendono, altre descendono, altre vanno innanzi, altre all'indietro?

Simpl. Lo so, ed Aristotile me l'ha insegnato.

Sagr. E con qual dimostrazione? ditemela di grazia.

Simpl. Con quella del senso.

Sagr. Adunque Aristotile vi ha fatto vedere quel che senza lui non avereste veduto? avrebbev'egli prestato mai i suoi occhi? Voi volevi dire che Aristotile ve l'aveva detto; avvertito, ricordato, e non insegnato. Quando dunque una ruzzola, senza mutar luogo, gira in se stessa, non parallela, ma eretta all'orizonte, alcune sue parti ascendono, le oppo-

ste descendono, le superiori vanno per un verso, l'inferiori per il contrario. Figuratevi ora una ruzzola che, senza mutar luogo, velocemente giri in sé stessa e stia sospesa in aria, e che, in tal guisa girando, sia lasciata cadere in terra a perpendicolo: credete voi che arrivata che ella sarà in terra, seguiterà di girare in se stessa senza mutar luogo, come prima?

Simpl. Signor no.

Sagr. Ma che farà?

Simpl. Correrà per terra velocemente.

Sagr. E verso qual parte?

Simpl. Verso quella dove la porterà la sua vertigine.

Sagr. Nella sua vertigine ci son delle parti, cioè le superiori, che si muovono al contrario delle inferiori; però bisogna dire a quali ella ubidirà; ché quanto alle parti ascendenti e descendenti, l'une non cederanno all'altre, né 'l tutto andrà in giù, impedito dalla terra, né in su, per esser grave.

Simpl. Andrà la ruzzola girando per terra verso quella parte dove tendono le parti sue superiori.

Sagr. E perché non dove tendono le contrarie, cioè quelle che toccan terra?

Simpl. Perché quelle di terra vengono impedite dall'asprezza del toccamento, cioè dall'istessa scabrosità della terra; ma le superiori, che sono nell'aria tenue e cedente, sono impedite pochissimo o niente, e però la ruzzola andrà per il loro verso.

Sagr. Talché quell'attaccarsi, per così dire, le parti di sotto alla terra, fa ch'elle restano, e solo si spingono avanti le superiori.

Sal. E però quando la ruzzola cadesse sul ghiaccio o altra superficie pulitissima, non così bene scorrerebbe innanzi, ma potrebbe per avventura continuar di girare in se stessa, senza acquistar altro moto progressivo.

Sagr. È facil cosa che così seguisse; ma almeno non così speditamente andrebbe ruzzolando, come cadendo su la superficie alquanto aspra. Ma dicami il signor Simplicio: quando la ruzzola, girando velocemente in se stessa, vien

lasciata cadere, perché non va ella anche per aria innanzi, come fa poi quando è in terra?

Simpl. Perché, avendo aria di sopra e di sotto, né queste parti né quelle hanno dove attaccarsi, e non avendo occasione di andar più innanzi che indietro, cade a piombo.

Sagr. Talché la sola vertigine in se stessa, senz'altro impeto, può spigner la ruzzola, arrivata che sia in terra, assai velocemente. Or venghiamo al resto. Quello spago che il ruzzolante si lega al braccio, e col quale, avvolto intorno alla ruzzola, e' la tira, che effetto fa in essa?

Simpl. La costringe a girare in se stessa, per isvilupparsi dalla corda.

Sagr. Talché quando la ruzzola arriva in terra, ella vi giugne girando in se stessa, mercé dello spago. Non ha ella dunque cagione in se stessa di muoversi più velocemente per terra, che ella non faceva mentre era per aria?

Simpl. Certo sì: perché per aria non aveva altro impulso che quel del braccio del proiciente, e se ben aveva ancor la vertigine, questa (come si è detto) per aria non spigne punto; ma arrivando in terra, al moto del braccio s'aggiugne la progressione della vertigine, onde la velocità si raddoppia. E già intendo benissimo che rimbalzando la ruzzola in alto, la sua velocità scemerà, perché l'aiuto della circolazione gli manca; e nel ricadere in terra lo viene a racquistare, e però torna a muoversi più velocemente che per aria. Restami solo da intender che in questo secondo moto per terra ella vadia più velocemente che nel primo, perché così ella si moverebbe in infinito, accelerandosi sempre.

Sagr. Io non ho detto assolutamente che questo secondo moto sia più veloce del primo, ma che può talvolta accader ch' e' sia più veloce.

Simpl. Questo è quello ch'io non capisco e ch'io vorrei intendere.

Sagr. E questo ancora sapete per voi stesso. Però ditemi: quando voi vi lasciate cader la ruzzola di mano senza che ella girasse in se stessa, che farebbe percotendo in terra?

Simpl. Niente, ma resterebbe quivi.

Sagr. Non potrebb'egli accadere che nel percuotere in terra ella acquistasse moto? pensateci meglio.

Simpl. Se noi non la lasciassimo cadere su qualche pietra che avesse pendio, come fanno i fanciulli con le chiose, e che battendo a sbiescio su la pietra pendente acquistasse movimento in se stessa in giro, col quale poi ella seguitasse di muoversi progressivamente in terra, non saprei in qual altra maniera ella potesse far altro che fermarsi dove ella battesse.

Sagr. Ecco pure che in qualche modo ella può acquistar nuova vertigine. Quando dunque la ruzzola sbalzata in alto ricade in giù, perché non può ella abbattersi a dare su lo sbiescio di qualche sasso fitto in terra e che abbia il pendio verso dove è il moto, ed acquistando, per tal percossa, nuova vertigine, oltre a quella prima dello spago, raddoppiar il suo moto, e farlo più veloce che non fu nel suo primo battere in terra?

Simpl. Ora intendo che ciò può facilmente seguire. E vo considerando che quando la ruzzola si facesse girare al contrario, nell'arrivare in terra farebbe contrario effetto, cioè il moto della vertigine ritarderebbe quel del proiciente.

Sagr. E lo ritarderebbe, e l'impedirebbe tal volta del tutto, quando la vertigine fusse assai veloce. E di qui nasce la soluzione di quell'effetto che i giuocatori di palla a corda più esperti fanno con lor vantaggio, cioè d'ingannar l'avversario col trinciar (che tale è il lor termine) la palla, cioè rimetterla con la racchetta obliqua, in modo che ella acquisti una vertigine in se stessa contraria al moto proietto; dal che ne séguita che, nell'arrivare in terra, il balzo che, quando la palla non girasse, andrebbe verso l'avversario, porgendoli il consueto tempo di poterla rimettere, resta come morto, e la palla si schiaccia in terra, o meno assai del solito ribalza, e rompe il tempo della rimessa. Per questo anco si veggono quelli che giuocano con palle di legno a chi più s'accosta a un segno determinato, quando giuocano in una strada sassosa e piena d'intoppi, da far deviar in mille modi la palla né punto andar verso il segno, per isfuggirli tutti, gettar la palla non ruzzolando per terra, ma di posta per

aria, come se avessero a gettare una piastra piana; ma perché nel gettar la palla ella esce di mano con qualche vertigine conferitale dalle dita, tuttavoltaché la mano si tenesse sotto la palla, come comunemente si tiene, onde la palla, nel percuotere in terra presso al segno, tra 'l moto del proiciente e quel della vertigine scorrerebbe assai lontana, per far ch'ella si fermi, abbrancano artifiziosamente la palla, tenendo la mano di sopra e la palla di sotto, alla quale nello scappar vien conferita dalle dita la vertigine al contrario, per la quale, nel battere in terra vicino al segno, quivi si ferma o poco più avanti scorre. Ma per tornar al principal problema, che è stato causa di far nascer questi altri, dico che è possibile che uno mosso velocissimamente si lasci uscir una palla di mano la quale, giunta che sia in terra, non solo séguiti il moto di colui, ma lo anticipi ancora, movendosi con velocità maggiore. E per vedere un tal effetto, voglio che il corso sia d'una carretta, alla quale per banda di fuori sia fermata una tavola pendente, sì che la parte inferiore resti verso i cavalli e la superiore verso le ruote di dietro. Ora, se nel maggior corso della carretta alcuno, che vi sia dentro, lascerà cadere una palla giù per il pendio di quella tavola, ella nel venir giù ruzzolando acquisterà vertigine in se stessa, la quale, aggiunta al moto impresso dalla carretta, porterà la palla per terra assai più velocemente della carretta: e quando si accomodasse un'altra tavola pendente all'opposito, si potrebbe temperare il moto della carretta in modo, che la palla scorsa giù per la tavola, nell'arrivare in terra, restasse immobile, ed anco talvolta corresse al contrario della carretta. Ma troppo lungamente ci siam partiti dalla materia; e se il signor Simplicio resta appagato della soluzione del primo argomento contro alla mobilità della Terra, preso da i cadenti a perpendicolo, si potrà venire a gli altri.

Sal. Le digressioni fatte sin qui non son talmente aliene dalla materia che si tratta, che si possan chiamar totalmente separate da quella; oltreché dependono i ragionamenti da quelle cose che si vanno destando per la fantasia non a un solo, ma tre, che anco, di più, discorriamo per nostro gusto,

né siamo obligati a quella strettezza che sarebbe uno che *ex professo* trattasse metodicamente una materia, con intenzione anco di publicarla. Non voglio che il nostro poema si astringa tanto a quella unità, che non ci lasci campo aperto per gli episodii, per l'introduzion de' quali dovrà bastarci ogni piccolo attaccamento, e quasi che noi ci fussimo radunati a contar favole, quella sia lecito dire a me, che mi farà sovvenire il sentir la vostra.

Sagr. Questo a me piace grandemente: e già che noi siamo in questa larghezza, siami lecito, prima che passare più innanzi, ricercar da voi, signor Salviati, se mai vi è venuto pensato qual si possa credere che sia la linea descritta dal mobile grave, naturalmente cadente dalla cima della torre a basso; e se vi avete fatto sopra reflessione, ditemi in grazia il vostro pensiero.

Sal. Io ci ho talvolta pensato: e non dubito punto che quando altri fusse sicuro della natura del moto col quale il grave descende per condursi al centro del globo terrestre, mescolandolo poi col movimento comune circolare della conversion diurna, si troverrebbe precisamente qual sorte di linea sia quella che dal centro della gravità del mobile vien descritta nella composizion di tali due movimenti.

Sagr. Del semplice movimento verso il centro, dependente dalla gravità, credo che si possa assolutamente senza errore credere che sia per linea retta, quale appunto sarebbe quando la Terra fusse immobile.

Sal. Quanto a questa parte, non solamente possiamo crederla, ma l'esperienza ce ne rende certi.

Sagr. Ma come ce ne assicura l'esperienza, se noi non veggiamo mai altro moto che il composto delli due, circolare ed in giù?

Sal. Anzi pur, signor Sagredo, non veggiamo noi altro che il semplice in giù, avvenga che l'altro circolare, comune alla Terra alla torre ed a noi, resta impercettibile e come nullo, e solo ci resta notabile quello della pietra, non participato da noi; e di questo il senso dimostra che sia per linea retta, venendo sempre parallelo alla stessa torre, che

sopra la superficie terrestre è fabbricata rettamente ed a perpendicolo.

Sagr. Avete ragione, e ben troppo dappoco mi son dimostrato, mentre non m'è sovvenuto una cosa sì facile. Ma già che questo è notissimo, che altro dite voi di desiderare per intender la natura di questo movimento a basso?

Sal. Non basta intender che sia retto, ma bisogna sapere se sia uniforme o pure difforme, cioè se mantenga sempre un'istessa velocità o pur si vadia ritardando o accelerando.

Sagr. Già è chiaro che si va accelerando continuamente.

Sal. Né questo basta, ma converrebbe sapere secondo qual proporzione si faccia tal accelerazione: problema, che sin qui non credo che sia stato saputo da filosofo né da matematico alcuno, ancorché da filosofi, ed in particolare Peripatetici, sieno stati volumi intieri, e grandissimi, scritti intorno al moto [35].

Simpl. I filosofi si occupano sopra gli universali principalmente; trovano le definizioni ed i più comuni sintomi, lasciando poi certe sottigliezze e certi tritumi, che son poi più tosto curiosità, a i matematici: ed Aristotile si è contentato di definire eccellentemente che cosa sia il moto in universale, e del locale mostrare i principali attributi, cioè che altro è naturale, altro violento, che altro è semplice, altro è composto, che altro è equabile, altro accelerato; e dell'accelerato si è contentato di render la ragione dell'accelerazione, lasciando poi l'investigazione della proporzione di tale accelerazione e di altri più particolari accidenti al mecanico o ad altro inferiore artista.

Sagr. Tutto bene, signor Simplicio mio. Ma voi signor Salviati, calandovi talvolta dal trono della maestà peripatetica, avete mai scherzato intorno all'investigazione di questa proporzione dell'accelerazione del moto de' gravi descendenti?

[35] Come è noto, nella lettera al Sarpi del 1604, Galilei, pur avendo stabilito una relazione tra tempo e spazio, non aveva colto la vera legge del movimento uniformemente accelerato, di cui in questa giornata darà una prima enunciazione.

Sal. Non mi è stato bisogno di pensarvi, attesoché l'Accademico, nostro comun amico, mi mostrò già un suo trattato del moto, dove era dimostrato questo, con molti altri accidenti; ma troppo gran digressione sarebbe se per questo volessimo interromper il presente discorso, che pure esso ancora è una digressione, e far, come si dice, una commedia in commedia.

Sagr. Mi contento d'assolvervi da tal narrazione per al presente, con patto però che questa sia una delle proposizioni riservata da esaminarsi tra le altre in altra particolar sessione, perché tal notizia è da me desideratissima: ed intanto torniamo alla linea descritta dal grave cadente dalla sommità della torre sino alla sua base.

Sal. Quando il movimento retto verso il centro della Terra fusse uniforme, essendo anco uniforme il circolare verso oriente, si verrebbe a comporre di amendue un moto per una linea spirale, di quelle definite da Archimede nel libro delle sue spirali [36], che sono quando un punto si muove uniformemente sopra una linea retta, mentre essa pur uniformemente si gira intorno a un de i suoi estremi punti, fisso come centro del suo rivolgimento. Ma perché il moto retto dal grave cadente è continuamente accelerato, è forza che la linea del composto de i due movimenti si vadia sempre con maggior proporzione allontanando successivamente dalla circonferenza di quel cerchio che avrebbe disegnato il centro della gravità della pietra quando ella fusse restata sempre sopra la torre; e bisogna che questo allontanamento sul principio sia piccolo, anzi minimo, anzi pur minimissimo, avvengaché il grave descendente, partendosi dalla quiete, cioè dalla privazion del moto a basso, ed entrando nel moto retto in giù, è forza che passi per tutti i gradi di tardità che sono tra la quiete e qualsivoglia velocità, li quali gradi sono infiniti, sì come già a lungo si è discorso e concluso [37].

[36] Nella lettera al Carcavy del 1637 (vol. I, pp. 941 segg.) Galilei osserverà che nella determinazione della legge del moto aveva tenuto presente il libro di Archimede sulle spirali.

[37] Cfr. *Discorsi intorno a due nuove scienze*, p. 730.

Stante dunque che tale sia il progresso dell'accelerazione, ed essendo oltre di ciò vero che il grave descendente va per terminare nel centro della Terra, bisogna che la linea del suo moto composto sia tale, che ben si vadia sempre con maggior proporzione allontanando dalla cima della torre, o, per dir meglio, dalla circonferenza del cerchio descritto dalla cima della torre per la conversion della Terra, ma che tali discostamenti sieno minori e minori in infinito, quanto meno e meno il mobile si trova essersi scostato dal primo termine dove posava. Oltre di ciò è necessario che questa tal linea del moto composto vadia a terminar nel centro della Terra. Or, fatti questi due presupposti, venni già descrivendo intorno al centro *A* col semidiametro *A B* il cerchio *B I*, rappresentantemi il globo terrestre; e prolungando il semidiametro *A B* in *C*, descrissi l'altezza della torre *B C*, la quale, portata dalla Terra sopra la circonferenza *B I*, descrive con la sua sommità l'arco *C D*; divisa poi la linea *C A* in mezo in *E*, col centro *E*, intervallo *E C*, descrivo il mezo cerchio *C I A*, per il quale dico ora che assai probabilmente si può credere che una pietra, cadendo dalla sommità della torre *C*, venga movendosi del moto composto del comune circolare e del suo proprio retto. Imperocché, segnando nella circonferenza *C D* alcune parti eguali *C F*, *F G*, *G H*, *H L*, e da i punti *F*, *G*, *H*, *L* tirate verso il centro *A* linee rette, le parti di esse intercette fra le due circonferenze *C D*, *B I* ci rappresenteranno sempre la medesima torre *C B*, trasportata dal globo terrestre verso *D I*, nelle quali linee i punti dove esse vengono segate dall'arco del mezo cerchio *C I* sono i luoghi dove di tempo in tempo la pietra cadente si ritrova; li quali punti si vanno sempre con maggior proporzione allontanando dalla cima della torre, che è quello che fa che il moto retto fatto lungo la torre ci si mostra sempre più e più accelerato. Vedesi ancora come, mercé

della infinita acutezza dell'angolo del contatto delli due cerchi *D C*, *C I*, il discostamento del cadente dalla circonferenza *C F D*, cioè alla cima della torre, è verso il principio piccolissimo, che è quanto a dire il moto in giù esser lentissimo, e più e più tardo in infinito secondo la vicinità al termine *C*, cioè allo stato della quiete; e finalmente s'intende come in ultimo tal moto andrebbe a terminar nel centro della Terra *A*.

Sagr. Intendo perfettamente il tutto, né posso credere che 'l mobile cadente descriva col centro della sua gravità altra linea che una simile.

Sal. Ma piano, signor Sagredo; ché io ho da portarvi ancora tre mie meditazioncelle, che forse non vi dispiaceranno. La prima delle quali è, che se noi ben consideriamo, il mobile non si muove realmente d'altro che di un moto semplice circolare, sì come quando posava sopra la torre pur si muoveva di un moto semplice e circolare. La seconda è ancora più bella: imperocché egli non si muove punto più o meno che se fusse restato continuamente su la torre, essendo che a gli archi *C F*, *F G*, *G H*, etc., che egli avrebbe passati stando sempre su la torre, sono precisamente eguali gli archi della circonferenza *C I* rispondenti sotto gli stessi *C F*, *F G*, *G H*, etc. Dal che ne séguita la terza meraviglia: che il moto vero e reale della pietra non vien altrimenti accelerato, ma è sempre equabile ed uniforme, poiché tutti gli archi eguali notati nella circonferenza *C D* ed i loro corrispondenti segnati nella circonferenza *C I* vengono passati in tempi eguali. Talché noi venghiamo liberi di ricercar nuove cause di accelerazione o di altri moti, poiché il mobile, tanto stando su la torre quanto scendendone, sempre si muove nel modo medesimo, cioè circolarmente, con la medesima velocità e con la medesima uniformità. Or ditemi quel che vi pare di questa mia bizzarria.

Sagr. Dicovi che non potrei a bastanza con parole esprimer quanto ella mi par maravigliosa: e per quanto al presente mi si rappresenta all'intelletto, io non credo che il negozio passi altrimenti; e volesse Dio che tutte le dimostrazioni de' filosofi avesser la metà della probabilità di questa. Vorrei

bene, per mia intera sodisfazione, sentir la prova come quelli archi sieno eguali.

Sal. La dimostrazion è facilissima. Intendete esser tirata questa linea *I E*; ed essendo il semidiametro del cerchio *C D*, cioè la linea *C A*, doppio del semidiametro *C E* del cerchio *C I*, sarà la circonferenza doppia della circonferenza, ed ogn'arco del maggior cerchio doppio di ogni arcosimile del minore, ed in conseguenza la metà dell'arco del cerchio maggiore eguale all'arco del minore: e perché l'angolo *C E I*, fatto nel centro *E* del minor cerchio e che insiste su l'arco *C I*, è doppio dell'angolo *C A D*, fatto nel centro *A* del cerchio maggiore, al quale suttende l'arco *C D*, adunque l'arco *C D* è la metà dell'arco del maggior cerchio simile all'arco *C I*, e però sono li due archi *C D*, *C I* eguali: e nell'istesso modo si dimostrerrà di tutte le parti. Ma che il negozio, quanto al moto de i gravi descendenti, proceda così puntualmente, io per ora non lo voglio affermare; ma dirò bene che se la linea descritta dal cadente non è questa per l'appunto, ella gli è sommamente prossima.

Sagr. Ma io, signor Salviati, vo pur ora considerando un'altra cosa mirabile: e questa è, che stanti queste considerazioni, il moto retto vadia del tutto a monte e che la natura mai non se ne serva, poiché anco quell'uso che da principio gli si concedette, che fu di ridurre al suo luogo le parti de i corpi integrali quando fussero dal suo tutto separate e però in prava disposizione costituite, gli vien levato, ed assegnato pur al moto circolare.

Sal. Questo seguirebbe necessariamente quando si fusse concluso, il globo terrestre muoversi circolarmente, cosa che io non pretendo che sia fatta, ma solamente si è andato sin qui, e si andrà, considerando la forza delle ragioni che vengono assegnate da i filosofi per prova dell'immobilità della Terra: delle quali questa prima, presa da i cadenti a perpendicolo, patisce le difficultà che avete sentite; le quali non so di quanto momento sieno parse al signor Simplicio, e però, prima che passare al cimento de gli altri argomenti, sarebbe bene ch'ei producesse se cosa ha da replicare in contrario.

Simpl. Quanto a questo primo, confesso veramente aver sentito varie sottigliezze alle quali non avevo pensato, e come che elle mi giungono nuove, non posso aver le risposte così in pronto. Ma questo, preso da i cadenti a perpendicolo, non l'ho per de i più gagliardi argomenti per l'immobilità della Terra, e non so quello che accaderà de i tiri dell'artiglierie, e massime di quelli contro al moto diurno.

Sagr. Tanto mi desse fastidio il volar de gli uccelli, quanto mi fanno difficultà le artiglierie e tutte le altre esperienze arrecate di sopra! Ma questi uccelli, che ad arbitrio loro volano innanzi e 'n dietro e rigirano in mille modi, e, quel che importa più, stanno le ore intere sospesi per aria, questi, dico, mi scompigliano la fantasia, né so intendere come tra tante girandole e' non ismarriscano il moto della Terra, o come e' possin tener dietro a una tanta velocità, che finalmente supera a parecchi e parecchi doppi il lor volo.

Sal. Veramente il dubitar vostro non è senza ragione, e forse il Copernico stesso non ne dovette trovar scioglimento di sua intera sodisfazione, e perciò per avventura lo tacque; se ben anco nell'esaminar l'altre ragioni in contrario fu assai conciso, credo per altezza d'ingegno, e fondato su maggiori e più alte contemplazioni, nel modo che i leoni poco si muovono per l'importuno abbaiar de i picciol cani. Serberemo dunque l'instanza de gli uccelli in ultimo, e 'n tanto cercheremo di dar sodisfazione al signor Simplicio nell'altre, col mostrargli, al modo solito, che egli stesso ha le soluzioni in mano, se bene non se n'accorge. E facendo principio da i tiri di volata, fatti, col medesimo pezzo polvere e palla, l'uno verso oriente e l'altro verso occidente, dicami qual cosa sia quella che lo muove a credere che 'l tiro verso occidente (quando la revoluzion diurna fusse del globo terrestre) dovrebbe riuscir più lungo assai che l'altro verso levante.

Simpl. Muovomi a così credere, perché nel tiro verso levante la palla, mentre che è fuori dell'artiglieria, viene seguita dall'istessa artiglieria, la quale, portata dalla Terra, pur velocemente corre verso la medesima parte, onde la caduta della palla in terra vien poco lontana dal pezzo.

All'incontro nel tiro occidentale, avanti che la palla percuota in terra, il pezzo si è ritirato assai verso levante, onde lo spazio tra la palla e 'l pezzo, cioè il tiro, apparirà più lungo dell'altro quanto sarà stato il corso dell'artiglieria, cioè della Terra, ne' tempi che amendue le palle sono state per aria.

Sal. Io vorrei che noi trovassimo qualche modo di far una esperienza corrispondente al moto di questi proietti, come quella della nave al moto de i cadenti da alto a basso, e vo pensando la maniera.

Sagr. Credo che prova assai accomodata sarebbe il pigliare una carrozzetta scoperta, ed accomodare in essa un balestrone da bolzoni a meza elevazione, acciò il tiro riuscisse il massimo di tutti, e mentre i cavalli corressero, tirare una volta verso la parte dove si corre, e poi un'altra verso la contraria, facendo benissimo notare dove si trova la carrozza in quel momento di tempo che 'l bolzone si ficca in terra, sì nell'uno come nell'altro tiro; ché così potrà vedersi per appunto quanto l'uno riesce maggior dell'altro.

Simpl. Parmi che tale esperienza sia molto accomodata; e non ho dubbio che 'l tiro, cioè che lo spazio tra la freccia e dove si trova la carrozza nel momento che la freccia si ficca in terra, sarà minore assai quando si tira verso il corso della carrozza che quando si tira per l'opposito. Sia per esempio, il tiro in se stesso trecento braccia, e 'l corso della carrozza, nel tempo che il bolzone sta per aria, sia braccia cento: adunque, tirandosi verso il corso, delle trecento braccia del tiro per carrozzetta ne passa cento, onde nella percossa del bolzone in terra lo spazio tra esso e la carrozza sarà braccia dugento solamente; ma all'incontro nell'altro tiro, correndo la carrozza al contrario del bolzone, quando il bolzone arà passate le sue trecento braccia e la carrozza le sua cento altre in contrario, la distanza traposta si troverà esser di braccia quattrocento.

Sal. Sarebbec'egli modo alcuno per far che questi tiri riuscissero eguali?

Simpl. Io non saprei altro modo che col far star ferma la carrozza.

Sal. Questo si sa: ma io domando, facendo correr la carrozza a tutto corso.

Simpl. Chi non ingagliardisse l'arco nel tirar secondo il corso, e poi l'indebolisse per tirar contro al corso.

Sal. Ecco dunque che pur ci è qualch'altro rimedio. Ma quanto bisognerebbe ingagliardirlo di più, e quanto poi indebolirlo?

Simpl. Nell'esempio nostro, dove aviamo supposto che l'arco tirasse trecento braccia, bisognerebbe, per il tiro verso il corso, ingagliardirlo sì che tirasse braccia quattrocento, e per l'altro indebolirlo tanto che non tirasse più di dugento, perché così l'uno e l'altro tiro riuscirebbe di braccia trecento in relazione alla carrozza, la quale col suo corso di cento braccia, che ella sottrarrebbe al tiro delle quattrocento e l'aggiugnerebbe a quel delle dugento, verrebbe a ridurgli amendue alle trecento.

Sal. Ma che effetto fa nella freccia la maggior o minor gagliardia dell'arco?

Simpl. L'arco gagliardo la caccia con maggior velocità, e 'l più debole con minore; e l'istessa freccia va tanto più lontana una volta che l'altra, con quanta maggior velocità ella esce della cocca l'una volta che l'altra.

Sal. Talché per far che la freccia tirata tanto per l'uno quanto per l'altro verso s'allontani egualmente dalla carrozza corrente, bisogna che se nel primo tiro dell'esempio proposto ella si parte, verbigrazia, con quattro gradi di velocità, nell'altro tiro ella si parta con due solamente. Ma se si adopra il medesimo arco, da esso ne riceve sempre tre gradi.

Simpl. Così è; e per questo, tirando con l'arco medesimo, nel corso della carrozza i tiri non posson riuscire eguali.

Sal. Mi ero scordato di domandar con che velocità si suppone, pur in questa esperienza particolare, che corra la carrozza.

Simpl. La velocità della carrozza bisogna supporla di un grado, in comparazione di quella dell'arco, che è tre.

Sal. Sì, sì, così torna il conto giusto. Ma ditemi: quando la carrozza corre, non si muovono ancora con la medesima velocità tutte le cose che son nella carrozza?

Simpl. Senza dubbio.

Sal. Adunque il bolzone ancora, e l'arco, e la corda su la quale è teso.

Simpl. Così è.

Sal. Adunque, nello scaricare il bolzone verso il corso della carrozza l'arco imprime i suoi tre gradi di velocità in un bolzone che ne ha già un grado, mercé della carrozza che verso quella parte con tanta velocità lo porta, talché nell'uscir della cocca e' si trova con quattro gradi di velocità; ed all'incontro, tirando per l'altro verso, il medesimo arco conferisce i suoi medesimi tre gradi in un bolzone che si muove in contrario con un grado, talché nel separarsi dalla corda non gli restano altro che dua soli gradi di velocità. Ma già voi stesso avete deposto che per fare i tiri eguali bisogna che il bolzone si parta una volta con quattro gradi e l'altra con due: adunque, senza mutar arco, l'istesso corso della carrozza è quello che aggiusta le partite, e l'esperienza è poi quella che le sigilla a coloro che non volessero o non potessero esser capaci della ragione. Ora applicate questo discorso all'artiglieria, e troverete che, muovasi la Terra o stia ferma, i tiri fatti dalla medesima forza hanno a riuscir sempre eguali, verso qualsivoglia parte indrizzati. L'errore di Aristotile, di Tolomeo, di Ticone, vostro, e di tutti gli altri, ha radice in quella fissa e inveterata impressione, che la Terra stia ferma, della quale non vi potete o sapete spogliare né anco quando volete filosofare di quel che seguirebbe, posto che la Terra si movesse; e così nell'altro argomento, non considerando che mentre che la pietra è su la torre, fa, circa il muoversi o non muoversi, quel che fa il globo terrestre, perché avete fisso nella mente che la Terra stia ferma, discorrete intorno alla caduta del sasso sempre come se si partisse dalla quiete, dove che bisogna dire: Se la Terra sta ferma, il sasso si parte dalla quiete e scende perpendicolarmente; ma se la Terra si muove, la pietra altresì si muove con pari velocità, né si parte dalla quiete, ma dal moto eguale a quel della Terra, col quale mescola il sopravegnente in giù e ne compone un trasversale.

Simpl. Ma, Dio buono, come, se ella si muove trasversalmente, la veggo io muoversi rettamente e perpendicolarmente? questo è pure un negare il senso manifesto; e se non si deve credere al senso, per qual altra porta si deve entrare a filosofare?

Sal. Rispetto alla Terra, alla torre e a noi, che tutti di conserva ci moviamo, col moto diurno, insieme con la pietra, il moto diurno è come se non fusse, resta insensibile, resta impercettibile, è senza azione alcuna, e solo ci resta osservabile quel moto del quale noi manchiamo, che è il venire a basso lambendo la torre. Voi non sete il primo che senta gran repugnanza in apprender questo nulla operar il moto tra le cose delle quali egli è comune.

Sagr. Ora mi sovviene di certo mio fantasticamento, che mi passò un giorno per l'immaginativa mentre navigava nel viaggio di Aleppo, dove andava consolo nella nostra nazione; e forse potrebb'esser di qualche aiuto, per esplicar questo nulla operare del moto comune ed esser come se non fusse per tutti i participanti di quello: e voglio, se così piace al signor Simplicio, discorrer seco quello che allora fantasticava da me solo.

Simpl. La novità delle cose che sento mi fa curioso, non che tollerante, di ascoltare: però dite pure.

Sagr. Se la punta di una penna da scrivere, che fusse stata in nave per tutta la mia navigazione da Venezia sino in Alessandretta, avesse avuto facultà di lasciar visibil segno di tutto il suo viaggio, che vestigio, che nota, che linea avrebb'ella lasciata?

Simpl. Avrebbe lasciato una linea distesa da Venezia sin là, non perfettamente diritta o, per dir meglio, distesa in perfetto arco di cerchio, ma dove più e dove meno flessuosa, secondo che il vassello fusse andato or più or meno fluttuando; ma questo inflettersi in alcuni luoghi un braccio o due, a destra o a sinistra, in alto o a basso, in una lunghezza di molte centinaia di miglia piccola alterazione arebbe arrecato all'intero tratto della linea, sì che a pena sarebbe stato sensibile, e senza error di momento si sarebbe potuta chiamare una parte d'arco perfetto.

Sagr. Sì che il vero, vero, verissimo moto di quella punta di penna sarebbe anco stato un arco di cerchio perfetto, quando il moto del vassello, tolta la fluttuazion dell'onde, fusse stato placido e tranquillo. E se io avessi tenuta continuamente quella medesima penna in mano, e solamente l'avessi talvolta mossa un dito o due in qua o in là, qual alterazione arei io arrecata a quel suo principale e lunghissimo tratto?

Simpl. Minore di quella che arrecherebbe a una linea retta lunga mille braccia il declinar in varii luoghi dall'assoluta rettitudine quanto è un occhio di pulce.

Sagr. Quando dunque un pittore nel partirsi dal porto avesse cominciato a disegnar sopra una carta con quella penna, e continuato il disegno sino in Alessandretta, avrebbe potuto cavar dal moto di quella un'intera storia di molte figure perfettamente dintornate e tratteggiate per mille e mille versi, con paesi, fabbriche, animali ed altre cose, se ben tutto il vero, reale ed essenzial movimento segnato dalla punta di quella penna non sarebbe stato altro che una ben lunga ma semplicissima linea; e quanto all'operazion propria del pittore, l'istesso a capello avrebbe delineato quando la nave fusse stata ferma. Che poi del moto lunghissimo della penna non resti altro vestigio che quei tratti segnati su la carta, la cagione ne è l'essere stato il gran moto da Venezia in Alessandretta comune della carta e della penna e di tutto quello che era in nave; ma i moti piccolini, innanzi e 'n dietro, a destra ed a sinistra, comunicati dalle dita del pittore alla penna e non al foglio, per esser proprii di quella, potettero lasciar di sé vestigio su la carta, che a tali movimenti restava immobile. Così parimente è vero, che movendosi la Terra, il moto della pietra, nel venire a basso, è stato realmente un lungo tratto di molte centinaia ed anco di molte migliaia di braccia, e se avesse potuto segnare in un'aria stabile o altra superficie il tratto del suo corso, averebbe lasciata una lunghissima linea trasversale; ma quella parte di tutto questo moto che è comune del sasso, della torre e di noi, ci resta insensibile e come se non fusse, e solo

rimane osservabile quella parte della quale né la torre né noi siamo partecipi, che è in fine quello che con la pietra, cadendo, misura la torre.

Sal. Sottilissimo pensiero per esplicar questo punto, assai difficile per esser capito da molti. Or, se il signor Simplicio non vuol replicar altro, possiamo passare all'altre esperienze, lo scioglimento delle quali riceverà non poca agevolezza dalle cose dichiarate sin qui.

Simpl. Io non ho che dir altro, ed era mezo astratto su quel disegno, e sul pensare come quei tratti tirati per tanti versi, di qua, di là, in su, in giù, innanzi, in dietro, e 'ntrecciati con centomila ritortole, non sono, in essenza e realissimamente, altro che pezzuoli di una linea sola tirata tutta per un verso medesimo, senza verun'altra alterazione che il declinar dal tratto dirittissimo talvolta un pochettino a destra e a sinistra e il muoversi la punta della penna or più veloce ed or più tarda, ma con minima inegualità: e considero che nel medesimo modo si scriverebbe una lettera, e che questi scrittori più leggiadri, che, per mostrar la scioltezza della mano, senza staccar la penna dal foglio, in un sol tratto segnano con mille e mille ravvolgimenti una vaga intrecciatura, quando fussero in una barca che velocemente scorresse, convertirebbero tutto il moto della penna, che in essenza è una sola linea tirata tutta verso la medesima parte e pochissimo inflessa o declinante dalla perfetta drittezza, in un ghirigoro: ed ho gran gusto che il signor Sagredo m'abbia destato questo pensiero. Però seguitiamo innanzi, ché la speranza di poterne sentir de gli altri mi terrà più attento.

Sagr. Quando voi aveste curiosità di sentir di simili arguzie, che non sovvengono così a ognuno, non ce ne mancano, e massime in questa cosa della navigazione. E non vi parrà un bel pensiero quello che mi sovvenne pur nella medesima navigazione, quando mi accorsi che l'albero della nave, senza rompersi o piegarsi, aveva fatto più viaggio con la gaggia, cioè con la cima, che col piede? perché la cima, essendo più lontana dal centro della Terra che non è il piede,

veniva ad aver descritto un arco di un cerchio maggiore del cerchio per il quale era passato il piede[38].

Simpl. E così, quand'un uomo cammina, fa più viaggio col capo che co i piedi?

Sagr. L'avete da per voi stesso e di vostro ingegno penetrata benissimo. Ma non interrompiamo il signor Salviati.

Sal. Mi piace di veder che il signor Simplicio si va addestrando, se però il pensiero è suo, e non l'ha imparato da certo libretto di conclusioni[39], dove ne sono parecchi altri non men vaghi e arguti. Segue che noi parliamo dell'artiglieria eretta a perpendicolo sopra l'orizonte, cioè del tiro verso il nostro vertice, e finalmente del ritorno della palla per l'istessa linea sopra l'istesso pezzo, ancorché nella lunga dimora che ella sta separata dal pezzo, la Terra l'abbia per molte miglia portato verso levante, e par che per tanto spazio dovrebbe la palla cader lontana dal pezzo verso occidente; il che non accade; adunque l'artiglieria, senza essersi mossa, l'ha aspettata. La soluzione è l'istessa che quella della pietra cadente dalla torre, e tutta la fallacia e l'equivocazione consiste nel suppor sempre per vero quello che è in quistione; perché l'avversario ha sempre fermo nel concetto che la palla si parta dalla quiete, nel venir cacciata dal fuoco fuor del pezzo, e partirsi dallo stato di quiete non può esser se non supposta la quiete del globo terrestre, che è poi la conclusione di che si quistioneggia. Replico per tanto che quelli che fanno la Terra mobile, rispondono che l'artiglieria e la palla che vi è dentro participano il medesimo moto che ha la Terra, anzi che questo, insieme con lei, hann'eglino da natura, e che però la palla non si parte altrimenti dalla quiete, ma congiunta co 'l suo moto intorno al centro, il quale dalla proiezione in su non le vien né tolto né impedito, ed in tal guisa, seguitando il moto universale

[38] Si veda nei *Discorsi* cit. il famoso problema della ruota (p. 590).

[39] Da una postilla apposta in margine a questo passo, si apprende che qui ci si vuol riferire ad una *Encyclopedia amplissimo Scipioni cardinale Burghesio dedicata explicata et defensa centum philosophicis assertionibus* di Clemente de Clementibus, pubblicata nel 1624.

della Terra verso oriente, sopra l'istesso pezzo di continuo si mantiene, sì nell'alzarsi come nel ritorno: e l'istesso vedrete voi accadere facendo l'esperienza in nave di una palla tirata in su a perpendicolo con una balestra, la quale ritorna nell'istesso luogo, muovasi la nave o stia ferma.

Sagr. Questo sodisfà benissimo al tutto: ma perché ho veduto che il signor Simplicio prende gusto di certe arguzie da chiappar (come si dice) il compagno, gli voglio domandare se, supposto per ora che la Terra stia ferma, e sopra essa l'artiglieria eretta perpendicolarmente e drizzata al nostro zenit, egli ha difficultà nessuna in intender che quello è il vero tiro a perpendicolo, e che la palla nel partirsi e nel ritorno sia per andar per l'istessa linea retta, intendendo sempre rimossi tutti gli impedimenti esterni ed accidentarii.

Simpl. Io intendo che il fatto deva succeder così per appunto.

Sagr. Ma quando l'artiglieria si piantasse non a perpendicolo, ma inclinata verso qualche parte, qual dovrebbe essere il moto della palla? andrebbe ella forse, come nell'altro tiro, per la linea perpendicolare, e ritornando anco poi per l'istessa?

Simpl. Questo non farebb'ella, ma uscita del pezzo seguiterebbe il suo moto per la linea retta che continua la dirittura della canna, se non in quanto il proprio peso la farebbe declinar da tal dirittura verso Terra.

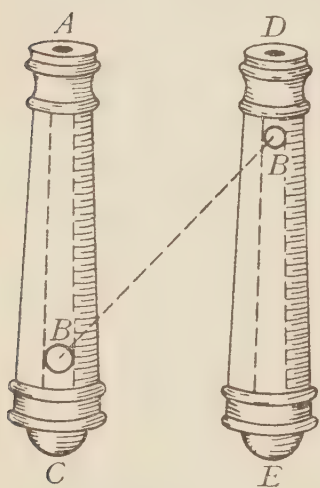
Sagr. Talché la dirittura della canna è la regolatrice del moto della palla, né fuori di tal linea si muove, o muoverebbe, se 'l peso proprio non la facesse declinare in giù: e però, posta la canna a perpendicolo e cacciata la palla in su, ella ritorna per l'istessa linea retta in giù, perché il moto della palla dependente dalla sua gravità è in giù per la medesima perpendicolare. Il viaggio dunque della palla fuor del pezzo continua la dirittura di quella particella di viaggio che ella ha fatto dentro al pezzo: non sta così?

Simpl. Così pare a me.

Sagr. Ora figuratevi la canna eretta a perpendicolo, e che la Terra si volga in se stessa co 'l moto diurno e seco

porti l'artiglieria: ditemi qual sarà il moto della palla dentro alla canna, dato che si sia fuoco?

Simpl. Sarà un moto retto e perpendicolare, essendo la canna drizzata a perpendicolo.

Sagr. Considerate bene, perch'io credo ch'e' non sarà perpendicolare altrimenti. Sarebbe bene a perpendicolo se la Terra stesse ferma, perché così la palla non avrebbe altro moto che quello che le venisse dal fuoco; ma quando la Terra giri, la palla che è nel pezzo ha essa ancora il moto diurno, talché, sopravvenendole l'impulso del fuoco, ella cammina, dalla culatta del pezzo alla bocca, di due movimenti, dal composto de' quali ne risulta, il moto fatto dal centro della gravità della palla essere una linea inclinata. E per più chiara intelligenza, sia l'artiglieria *A C* eretta, ed in essa la palla *B*: è manifesto che stando il pezzo immobile, e datogli fuoco, la palla uscirà per la bocca *A*, ed avrà co 'l suo centro, camminando per il pezzo, descritta la linea perpendicolare *B A*, e quella dirittura andrà seguitando fuor del pezzo, movendosi verso il vertice. Ma quando la Terra andasse in volta, ed in conseguenza seco portasse l'artiglieria, nel tempo che la palla cacciata dal fuoco si muovesse per la canna, l'artiglieria portata dalla Terra passerebbe nel sito *D E*, e la palla *B* nello sboccare sarebbe alla gioia [40] *D*, ed il moto del centro della palla sarebbe stato secondo la linea *B D*, non più perpendicolare, ma inclinata verso levante; e dovendo (come già s'è concluso)

[40] In una lettera dell'11 febbraio 1609 ad Antonio de' Medici, Galilei rendeva conto delle ricerche, da poco iniziate sul moto dei proiettili, segnalando che dai suoi esperimenti era risultato che più colpi tirati da uno stesso pezzo d'artiglieria, posto sempre nello stesso luogo, vengono « sempre declinando et abbassandosi verso terra con la medesima velocità, sì che nell'istesso tempo, in tutti i tiri livellati, la palla arriva in terra ». Si veda un'ampia citazione della lettera a p. 769.

continuar la palla il suo moto per l'aria secondo la direzion del moto fatto nel pezzo, il moto seguirà conforme all'inclinazion della linea *B D*: e così non sarà altrimenti perpendicolare, ma inclinato verso levante, verso dove ancora cammina il pezzo, onde potrà la palla seguire il moto della Terra e del pezzo. Or eccovi, signor Simplicio, mostrato come il tiro che pareva dover esser a perpendicolo, non è altrimenti.

Simpl. Io non resto ben capace di questo negozio; e voi, signor Salviati?

Sal. Io ne resto in parte; ma vi ho non so che scrupolo, che Dio voglia ch'io lo sappia spiegare. E' mi pare che, conforme a questo che si è detto, quando il pezzo sia a perpendicolo e la Terra si muova, la palla non solo non avrebbe a ricader, come vuole Aristotile e Ticone, lontana dal pezzo verso occidente, ma né anco, come volete voi, sopra il pezzo, anzi assai lontano verso levante; perché, conforme alla vostra esplicazione, ella avrebbe due moti, li quali concordemente la caccerebbero verso quella parte, cioè il moto comune della Terra, che porta l'artiglieria e la palla da *C A* verso *E D*, ed il fuoco, che la caccia per la linea inclinata *B D*, moti amendue verso levante, e però superiori al moto della Terra.

Sagr. No, Signore. Il moto che porta la palla verso levante vien tutto dalla Terra, ed il fuoco non ve ne ha parte alcuna; il moto che spigne la palla in su, è tutto del fuoco, né vi ha che far punto la Terra: e che sia vero, non date fuoco, che mai non uscirà la palla fuor del pezzo, né pur si alzerà un capello: come ancora, fermate la Terra e date fuoco; la palla, senza punto inclinarsi, andrà per la perpendicolare. Avendo dunque la palla due moti, uno in su e l'altro in giro, de' quali si compone il traversale *B D*, l'impulso in su è tutto del fuoco, il circolare vien tutto dalla Terra ed a quel della Terra è eguale; e perché gli è eguale, la palla si mantien sempre a perpendicolo sopra la bocca dell'artiglieria, e finalmente in quella ricade; e mantenendosi sempre sopra la dirittura del pezzo, apparisce ancora continuamente sopra il capo di chi è vicino al pezzo, e però ci

pare che ella giusto a perpendicolo salga verso il nostro vertice.

Simpl. A me resta un'altra difficultà, ed è che, per esser il moto della palla nel pezzo velocissimo, non par possibile che in quel momento di tempo la trasposizion dell'artiglieria da *C A* in *E D* conferisca inclinazion tale alla linea trasversale *C D*, che mercé di essa la palla poi per aria possa tener dietro al corso della Terra.

Sagr. Voi errate in più conti. E prima, l'inclinazion della trasversale *C D* credo che sia molto maggiore di quello che voi vi immaginate, perché tengo senza dubbio che la velocità del moto terrestre, non solo sotto l'equinoziale, ma nel nostro parallelo ancora, sia maggior che quella della palla, mentre si muove dentro al pezzo; sì che l'intervallo *C E* sarebbe assolutamente maggiore che tutta la lunghezza del pezzo, e l'inclinazione della traversale maggiore, in conseguenza, di mezzo angolo retto. Ma, o sia poca o sia molta la velocità della Terra in comparazione di quella del fuoco, questo non importa niente, perché, se la velocità della Terra è poca, ed in conseguenza poca l'inclinazione della trasversale, di poca inclinazione ci è anco di bisogno per far che la palla continui di mantenersi nella sua volata sopra il pezzo: ed insomma, se voi attentamente andrete considerando, comprenderete che il moto della Terra, co 'l trasferir seco il pezzo da *C A* in *E D*, conferisce alla trasversale *C D* quel di meno o di più inclinazione che si ricerca per aggiustare il tiro al suo bisogno. Ma errate secondariamente, mentre voleste riconoscer la facultà del tener dietro la palla al moto della Terra dall'impeto del fuoco, e ricadete nell'errore in che pareva esser incorso poco fa il signor Salviati; perché il tener dietro alla Terra è l'antichissimo e perpetuo moto participato indelebilmente ed inseparabilmente da essa palla, come da cosa terrestre e che per sua natura lo possiede e lo possederà in perpetuo.

Sal. Quietiamoci pur, signor Simplicio, perché il negozio cammina giustamente così. Ed ora da questo discorso vengo a intender la ragione di un problema venatorio di questi imberciatori che con l'archibuso ammazzano gli uccelli per

aria: e perché io mi era immaginato che per còrre l'uccello fermassero la mira lontana dall'uccello, anticipando per certo spazio, e più o meno secondo la velocità del volo e la lontananza dell'uccello, acciò che sparando ed andando la palla a dirittura della mira venisse ad arrivar nell'istesso tempo al medesimo punto, essa co 'l suo moto e l'uccello co 'l suo volo, e così si incontrassero; domandando ad uno di loro se la lor pratica fusse tale, mi rispose di no, ma che l'artifizio era assai più facile e sicuro, e che operano nello stesso modo per appunto che quando tirano all'uccello fermo, cioè che aggiustano la mira all'uccel volante, e quello co 'l muover l'archibuso vanno seguitando, mantenendogli sempre la mira addosso sin che sparano, e che così gli imberciano come gli altri fermi. Bisogna dunque che quel moto, benché lento, che l'archibuso fa nel volgersi, secondando con la mira il volo dell'uccello, si comunichi alla palla ancora e che in essa si congiunga con l'altro del fuoco, sì che la palla abbia dal fuoco il moto diritto in alto, e dalla canna il declinar secondando il volo dell'uccello, giusto come pur ora si è detto del tiro d'artiglieria; dove la palla ha dal fuoco l'andare in alto verso il vertice, e dal moto della Terra il piegar verso oriente e di amendue farne un composto che segua il corso della Terra e che a chi la guarda apparisca solo di andare a dritto in su, ritornando per la medesima linea di poi in giù. Il tener dunque la mira continuamente indirizzata verso lo scopo fa che il tiro va a ferir giusto: e per tener la mira a segno, se lo scopo sta fermo, anco la canna converrà che si tenga ferma; e se il berzaglio si muoverà, la canna si terrà a segno co 'l moto. E di qui depende la propria risposta all'altro argomento del tirar con l'artiglieria al berzaglio posto verso mezogiorno o verso settentrione; dove si instava che quando la Terra si movesse, i tiri riuscirebber tutti costieri verso occidente, perché nel tempo che la palla, uscita del pezzo, va per aria al segno, quello, portato verso levante, si lascia la palla per ponente. Rispondo dunque domandando se, aggiustata che si sia l'artiglieria al segno e lasciata star così, ella continua a rimirar sempre l'istesso segno, muovasi la Terra o stia ferma. Convien

rispondere che la mira non si muta altrimenti, perché, se lo scopo sta fermo, l'artiglieria parimente sta ferma, e se quello, portato dalla Terra, si muove, muovesi con l'istesso tenore l'artiglieria ancora; e mantenendosi la mira, il tiro riesce sempre giusto, come per le cose dette di sopra è manifesto.

Sagr. Fermate un poco in grazia, signor Salviati, sin che io proponga alcun pensiero che mi si è mosso intorno a questi imberciatori d'uccelli volanti: il modo dell'operar de' quali credo che sia qual voi dite, e credo che l'effetto parimente segua del ferir l'uccello; ma non mi par già che tale operazione sia del tutto conforme a questa de i tiri dell'artiglieria, li quali debbon colpire tanto nel moto del pezzo e dello scopo, quanto nella quiete comune di amendue: e le difformità mi paion queste. Nel tiro dell'artiglieria, essa e lo scopo si muovono con velocità eguale, sendo portati amendue dal moto del globo terrestre; e se ben tal volta l'esser il pezzo piantato più verso il polo che il berzaglio, ed in conseguenza il suo moto alquanto più tardo, come fatto in minor cerchio, tal differenza è insensibile, per la poca lontananza dal pezzo al segno: ma nel tiro dell'imberciatore il moto dell'archibuso, col quale va seguitando l'uccello, è tardissimo in comparazion del volo di quello; dal che mi par che ne séguiti che quel piccol moto che conferisce il volger della canna alla palla che vi è dentro, non possa, uscita che ella è, multiplicarsi per aria sino alla velocità del volo dell'uccello, in modo che essa palla se gli mantenga sempre indirizzata, anzi par ch' e' debba anticiparla e lasciarsela alla coda. Aggiugnesi che in questo atto l'aria per la quale debbe passar la palla non si suppone che abbia il moto dell'uccello; ma ben nel caso dell'artiglieria essa e 'l berzaglio e l'aria intermedia participano egualmente il moto universale diurno. Talché del colpire dell'imberciatore crederei che ne fusser cagioni, oltre al secondar il volo col moto della canna, l'anticiparlo alquanto, con tener la mira innanzi, ed oltr'a ciò il tirar (com'io credo) non con una sola palla, ma con buon numero di palline, le quali, allargandosi per aria, occupano spazio assai grande, ed oltre a questo l'estrema

velocità con la quale dall'uscita della canna si conducono all'uccello.

Sal. Ed ecco di quanto il volo dell'ingegno del signor Sagredo anticipa e previene la tardità del mio, il quale forse arebbe avvertite queste disparità, ma non senza una lunga applicazion di mente. Ora, tornando alla materia, ci restano da considerar i tiri di punto bianco verso levante e verso ponente: i primi de' quali quando la Terra si muovesse, dovrebbon riuscir sempre alti sopra il berzaglio, e i secondi bassi, avvengaché le parti della Terra orientali, per il moto diurno, si vanno continuamente abbassando sotto la tangente parallela all'orizonte, che però ci appariscono le stelle orientali elevarsi, ed all'incontro le parti occidentali si vengono alzando, onde le stelle occidentali mostrano di abbassarsi; e però i tiri che son aggiustati secondo la detta tangente allo scopo orientale, il qual, mentre la palla vien per la tangente, si abbassa, doverebber riuscir alti, e gli occidentali bassi, mediante l'alzamento del berzaglio mentre la palla corre per la tangente. La risposta è simile all'altre: perché, sì come lo scopo orientale per il moto della Terra si va continuamente abbassando sotto una tangente che restasse immobile, così anco il pezzo per la medesima ragione si va continuamente inclinando, e seguitando di rimirar sempre l'istesso scopo, onde i tiri ne riescon giusti. Ma qui mi par opportuna occasione di avvertir certa larghezza che vien fatta, forse con soverchia liberalità, da i seguaci del Copernico alla parte avversa: dico di concedergli come sicure e certe alcune esperienze che gli avversarii veramente non hanno mai fatte, come, verbigrazia, quella de i cadenti dall'albero della nave mentre è in moto, ed altre molte; tra le quali tengo per fermo che una sia questa del far prova se i tiri d'artiglieria orientali riescon alti, e gli occidentali bassi. E perché credo che non l'abbiano mai fatta, vorrei che mi dicessero qual diversità e' credono che si dovrebbe scorgere tra i medesimi tiri, posta la Terra immobile o postala mobile; e per loro risponda adesso il signor Simplicio.

Simpl. Io non mi voglio arrogere di risponder così fondatamente come forse qualche altro più intendente di me,

ma dirò quello che penso così all'improvviso che risponderebbero, che è in effetto quello che già è stato prodotto: cioè che quando la Terra si movesse, i tiri orientali riuscirebber sempre alti, etc., dovendo, come par verisimile, muoversi la palla per la tangente.

Sal. Ma s'io dicessi che così segue in effetto, come fareste a reprovare il mio detto?

Simpl. Converrebbe venir all'esperienza per chiarirsene.

Sal. Ma credete voi che si trovasse bombardier così pratico, che togliesse a dar nel berzaglio ogni tiro nella distanza, verbigrazia, di cinquecento braccia?

Simpl. Signor no: e credo che non sarebbe alcuno, per esperto che fusse, che si promettesse di non errar ragguagliatamente più d'un braccio.

Sal. Come dunque ci potremmo con tiri così fallaci assicurar in quello di che dubitiamo?

Simpl. Potremmoci assicurar in due modi: l'uno, co 'l tirar molti tiri; e l'altro, perché rispetto alla gran velocità del moto della Terra la deviazion dallo scopo sarebbe, per mio parer, grandissima.

Sal. Grandissima, cioè assai più d'un braccio; già che il variar di tanto, ed anco di più, si concede che accaschi ordinariamente anco nella quiete del globo terrestre.

Simpl. Credo fermamente che la variazion sarebbe assai maggiore.

Sal. Or voglio che per nostro gusto facciamo così alla grossa un poco di calcolo, se così vi piace, che ci servirà anco (se il computo batterà, come spero) per avvertimento di non se ne andar in altre occorrenze, come si dice, così facilmente preso alle grida, e porger l'assenso a tutto quello che prima ci si rappresenta alla fantasia. E per dare ancora tutti i vantaggi a i Peripatetici e Ticonici, voglio che ci figuriamo esser sotto l'equinoziale, per tirar con una colubrina di punto bianco verso occidente al berzaglio in cinquecento braccia di distanza. Prima cerchiamo, così (come ho detto) a un di presso, quanto può esser il tempo nel quale la palla, uscita dal pezzo, giugne al segno, che sappiamo esser brevissimo, ed al sicuro non è più di quello nel quale

un pedone cammina due passi; e questo è ancor manco di un minuto secondo d'ora, perché, posto che il pedone cammini tre miglia per ora, che sono braccia novemila, essendo che un'ora contiene tremila seicento minuti secondi, vengono a farsi in un secondo passi dua e mezo: un secondo dunque è più che il tempo del moto della palla. E perché la rivoluzion diurna è ventiquattr'ore, l'orizonte occidentale si alza quindici gradi per ora, cioè quindici minuti primi di grado per un minuto primo di ora, cioè quindici secondi di grado per un secondo d'ora; e perché un secondo è il tempo del tiro, adunque in questo tempo si alza l'orizonte occidentale quindici secondi di grado, e tanto ancora il berzaglio: quindici secondi però di quel cerchio, del quale il semidiametro sia di braccia cinquecento (che tanta si è posto esser la lontananza del berzaglio dalla colubrina). Or guardiamo nella tavola de gli archi e corde (che ecco qui appunto il libro del Copernico), qual parte è la corda di quindici secondi del semidiametro che sia braccia cinquecento: qui si vede, la corda di un minuto primo esser manco di trenta parti di quelle che il semidiametro è centomila; adunque delle medesime la corda di un minuto secondo sarà manco di mezo, cioè manco di una parte di quali il semidiametro sia dugentomila, e però la corda di quindici secondi sarà manco di quindici delle medesime dugentomila parti. Ma quello che di dugentomila è manco di quindici, è ancor più di quello che di cinquecento è quattro centesimi; adunque l'alzamento del berzaglio nel tempo del moto della palla è manco di quattro centesimi, cioè di un venticinquesimo di braccio; sarà dunque circa un dito: ed un sol dito, in conseguenza, sarà lo svario di ciascun tiro occidentale, quando il moto diurno fusse della Terra. Ora s'io vi dirò che questo svario effettivamente accade in tutti i tiri (dico di dar più basso un dito di quel che darebbono se la Terra non si movesse), come fareste, signor Simplicio, a convincermi, mostrandomi con l'esperienze ciò non accadere? non vedete voi che non è possibile ributtarmi, se prima non trovate una maniera di tirar a segno tanto esatta, che mai non s'erri d'un capello? perché, mentre che i tiri riusciranno variabili

di braccia, come *de facto* sono, io dirò sempre che in ciascheduno di quelli svarii vi è contenuto quello di un dito, cagionato dal moto della Terra.

Sagr. Perdonatemi, signor Salviati; voi sete troppo liberale; perché io direi a i Peripatetici, che quando bene ogni tiro investisse il centro stesso del berzaglio, ciò non contrarierebbe punto al moto della Terra: imperocché i bombardieri si sono esercitati sempre in aggiustar la mira al berzaglio, ed hanno fatto la pratica di mettere il pezzo a segno in modo che ci dien dentro, stante il moto della Terra; e dico che se la Terra si fermasse, i tiri non riuscirebbon giusti, ma gli occidentali riuscirebbon alti, e bassi gli orientali, Or convincami il signor Simplicio.

Sal. Sottigliezza degna del signor Sagredo. Ma abbiasi a vedere questa variazione nel moto o nella quiete della Terra, non potendo ella esser se non piccolissima, non può se non rimaner sommersa nelle grandissime che per molti accidenti continuamente accascano. E tutto questo sia detto e conceduto per buona misura al signor Simplicio, e solo per avvertimento di quanto bisogni andar cauto nel conceder come vere molte esperienze a quelli che mai non l'hanno fatte, ma animosamente le producono quali bisognerebbe che fussero per servir alla causa loro. Dico che questo si dà per giunta al signor Simplicio, perché la verità schietta è che circa gli effetti di questi tiri il medesimo deve accadere puntualmente tanto nel moto quanto nella quiete del globo terrestre; sì come accaderà di tutte l'altre esperienze addotte e che addur si possono, le quali in tanto hanno nel primo aspetto qualche sembianza di vero, in quanto l'antiquato concetto dell'immobilità della Terra ci mantiene tra gli equivoci.

Sagr. Io per la parte mia resto sin qui sodisfatto a pieno, ed intendo benissimo che chiunque si imprimerà nella fantasia questa general comunicanza della diurna conversione tra tutte le cose terrestri, alle quali tutte ella naturalmente convenga, in quel modo che nel vecchio concetto stimavano convenirgli la quiete intorno al centro, senza veruno intoppo discernerà la fallacia e l'equivocazione che faceva parer gli

argomenti prodotti esser concludenti. Restami solamente qualche scrupolo, come di sopra ho accennato, intorno al volar de gli uccelli; i quali, avendo, come animali, facultà di muoversi a loro piacimento di centomila moti, e di trattenersi, separati dalla Terra, lungamente per aria, e qui con disordinatissimi rivolgimenti andar vagando, non resto ben capace come tra sì gran mescolanza di movimenti non si abbia a confondere e smarrir il primo moto comune, ed in qual modo, restati che ne sieno spogliati, e' lo possano compensare e ragguagliar co 'l volo, e tener dietro alle torri ed a gli alberi che di corso tanto precipitoso fuggono verso levante: dico tanto precipitoso, che nel cerchio massimo del globo è poco meno di mille miglia per ora, delle quali il volo delle rondini non credo che ne faccia cinquanta.

Sal. Quando gli uccelli avesser a tener dietro al corso de gli alberi con l'aiuto delle loro ali, starebbero freschi; e quando e' venisser privati dell'universal conversione, resterebbero tanto in dietro, e tanto furioso apparirebbe il corso loro verso ponente, a chi però gli potesse vedere, che supererebbe di assai quel d'una freccia; ma credo che noi non gli potremmo scorgere, sì come non si veggono le palle d'artiglieria, mentre, cacciate dalla furia del fuoco, scorron per aria. Ma la verità è che il moto proprio de gli uccelli, dico del lor volare, non ha che far nulla co 'l moto universale, al quale né apporta aiuto né disaiuto: e quello che mantiene inalterato cotal moto ne gli uccelli, è l'aria stessa per la quale e' vanno vagando, la quale, seguitando naturalmente la vertigine della Terra, sì come conduce seco le nugole, così porta gli uccelli ed ogn'altra cosa che in essa si ritrovasse pendente: talché, quanto al seguir la Terra, gli uccelli non v'hanno a pensare, e per questo servizio potrebbero dormir sempre.

Sagr. Che l'aria possa condur seco le nugole, come materie facilissime per la lor leggierezza ad esser mosse e come spogliate d'ogn'altra inclinazione in contrario, anzi pur come materie partecipanti esse ancora delle condizioni e proprietà terrene, capisco io senza difficultà veruna; ma che gli uccelli, che, per esser animati, posson muoversi di moto anco

contrario al diurno, interrotto che l'abbiano, l'aria lo possa loro restituire, mi pare alquanto duretto: e massime che son corpi solidi e gravi; e noi, come di sopra s'è detto, veggiamo i sassi e gli altri corpi gravi restar contumaci contro all'impeto dell'aria, e quando pure si lascino superare, non acquistano mai tanta velocità quanto il vento che gli conduce.

Sal. Non diamo, signor Sagredo, sì poca forza all'aria mossa, la quale è potente a muovere e condurre i navili ben carichi ed a sbarbar le selve e rovinar le torri, quando rapidamente ella si muove; né però in queste sì violente operazioni si può dire che il moto suo sia a gran lunga così veloce come quello della diurna revoluzione.

Simpl. Ecco dunque che l'aria mossa potrà ancora continuar il moto a i proietti, conforme alla dottrina d'Aristotile: e ben mi pareva strana cosa che egli avesse auto a errare in questo particolare [41].

[41] Aristotele riteneva che la continuazione del movimento di un proiettile lanciato in aria fosse dovuta all'aria stessa, la quale tenderebbe a rioccupare il vuoto lasciato dal corpo nella sua corsa iniziale provocata dall'impulso ricevuto. La teoria aristotelica sul movimento, però, aveva provocato riserve ed obbiezioni nel corso della cultura medievale, perché non poteva spiegare la causa dell'accelerazione del moto solo mediante un accrescimento della forza motrice, che d'altra parte, una volta partito il proietto, non può più influire sul suo percorso e sul movimento. È in altri termini impossibile per Aristotele parlare dell'accelerazione distintamente dalla velocità. Di qui, fra l'altro, le ragioni della formulazione di quella teoria dell'*impetus* che fu preceduta dalle considerazioni di Giovanni Filopono (sec. VI), per il quale il mezzo ambiente non può essere ritenuto affatto causa del movimento del proietto, ché anzi l'aria più che produrre, tende a frenare il movimento, e perciò è più semplice e più giusto parlare di una potenza motrice immateriale impressa al proietto nel momento in cui viene lanciato. La teoria fu ripresa dapprima da Avicenna che corresse alcune osservazioni di Filopono e cercò di esprimere in termini quantitativi la forza motrice, stabilendo una proporzione, sia pure imprecisa, tra velocità e peso del proietto. Dopo interventi autorevoli, quali quelli di Duns Scoto e di Guglielmo di Occam, intesi a dare una definizione filosofica alla natura del moto, nel sec. XIV toccherà a Giovanni Buridano respingere le affermazioni aristoteliche sul movimento: egli infatti ritenne che il moto iniziale imprime al corpo una potenza motrice che consente al proietto di continuare a muoversi; nei proietti essa si riduce progressivamente, per effetto della resistenza dell'aria e della forza di gravità, mentre nei corpi in caduta libera aumenta a causa dell'incremento che riceve dalla « gravità accidentale ». Egli sostenne che questo *impetus* fosse

Sal. Potrebbe senza dubbio, quando ella potesse continuarlo in se stessa; ma, sì come cessato il vento né le navi camminano né gli alberi si spiantano, così non si continuando il moto nell'aria doppo che la pietra è uscita della mano e fermatosi il braccio, resta che altro sia che l'aria quel che fa muover il proietto.

Simpl. E come, cessato il vento, cessa il moto della nave? anzi si vede che fermato il vento, ed anco ammainate le vele, il vassello dura a scorrer le miglia intere.

Sal. Ma questo è contro di voi, signor Simplicio, poiché fermata l'aria, che ferendo le vele conduceva il navilio, ad ogni modo senza l'aiuto del mezo ei continua il corso.

Simpl. Si potrebbe dire che fusse l'acqua il mezo che conducesse la nave e le mantenesse il moto.

Sal. Potrebbesi veramente dire, per dir tutto l'opposito del vero; perché la verità è che l'acqua, con la sua gran resistenza all'esser aperta dal corpo del vassello, con gran fremito gli contrasta, né gli lascia concepir a gran pezzo quella velocità che il vento gli conferirebbe, quando l'ostacolo dell'acqua non vi fusse. Voi, signor Simplicio, non dovete mai aver posto mente con qual furia l'acqua venga strisciando intorno alla barca, mentre ella velocemente spinta da i remi o dal vento, scorre per l'acqua stagnante; ché

una «res naturae permanentis», distinta dal moto locale, una sorta di qualità creata dalla natura per muovere il corpo cui viene impressa. Approfondendo la teoria dell'*impetus*, Alberto di Sassonia distinguerà, poi nella traiettoria di un proietto tre fasi: 1) un primo momento in cui la violenza del lancio vince del tutto la gravità naturale; 2) una fase intermedia in cui il movimento è al tempo stesso violento e naturale; 3) una fase discendente in cui sull'*impetus* prevalgono la gravità naturale e la resistenza dell'aria. Pur rappresentando un tentativo di critica interna alla concezione generale dell'aristotelismo, tra la teoria dell'*impetus*, come osserva il Crombie nell'opera già citata, e la scienza dinamica del sec. XVII vi sono significative analogie, in particolare col concetto galileiano di «momento», con la cartesiana «quantità di movimento» e anche con il «momentum» del Newton. Inoltre, questa teoria fu una maniera di contenere in un unico sistema di meccanica i movimenti terrestri e quelli celesti, come si è visto per Nicola di Oresme (cfr. più sopra, p. 151, n. 11), e Galilei potrà richiamarsi a buon diritto a questi fisici per la fondazione della sua fisica, anche se essi nei suoi confronti non ricopriranno altro ruolo che quello di precursori.

quando voi aveste badato a un tal effetto, non vi verrebbe ora in pensiero di produr simil vanità: e vo comprendendo che voi siate sin qui stato del gregge di coloro che per apprender come passino simili negozi e per acquistar le notizie de gli effetti di natura, e' non vadano su barche o intorno a balestre e artiglierie, ma si ritirano in studio a scartabellar gl'indici e i repertorii per trovar se Aristotile ne ha detto niente, ed assicurati che si sono del vero senso del testo, né più oltre desiderano, né altro stimano che saper se ne possa [42].

Sagr. Felicità grande, e da esser loro molto invidiata; perché se il sapere è da tutti naturalmente desiderato, e se tanto è l'essere quanto il darsi ad intender d'essere, essi godono di un ben grandissimo, e possono persuadersi d'intendere e di saper tutte le cose, alla barba di quelli che conoscendo di non saper quel ch' e' non sanno, ed in conseguenza vedendosi non saper né anco una ben minimissima particella dello scibile, s'ammazzano con le vigilie, con le contemplazioni, e si macerano intorno a esperienze ed osservazioni. Ma di grazia torniamo a' nostri uccelli: nel proposito de' quali voi avevi detto che l'aria mossa con grandissima velocità poteva loro restituir quella parte del movimento diurno che tra gli scherzi de' lor voli potessero avere smarrita; sopra di che io replico che l'aria mossa non par che possa conferire in un corpo solido e grave una velocità tanta quanta è la sua propria; e perché quella dell'aria è quanto quella della Terra, non pareva che l'aria fusse bastante a ristorar il danno della perdita nel volo de gli uccelli.

Sal. Il discorso vostro ha in apparenza molto del probabile, ed il dubitar a proposito non è da ingegni dozinali;

[42] Continua qui la costante polemica di Galilei contro il sapere tradizionale, improduttivo e dogmaticamente subordinato all'autorità del pensiero aristotelico, al quale egli contrappone il concetto di un sapere produttivo, risultato dell'*aggressione* alla natura e quindi collegato alle operazioni tecniche, alle attività degli artigiani, costruito non su princìpi astratti e su disquisizioni complicate ed astruse, ma su osservazioni concrete e su coerenti dimostrazioni, sempre aperto alle novità, rinnovabile e perfettibile.

tuttavia, levatane l'apparenza, credo che in esistenza e' non abbia un pelo più di forza che gli altri già considerati e sciolti.

Sagr. E' non è dubbio alcuno, che quando e' non sia concludente necessariamente, la sua efficacia non può esser se non nulla assolutamente, perché quando la conclusione è necessariamente in questo modo solo, non si può produr per l'altra parte ragion che vaglia [43].

Sal. L'aver voi maggior difficultà in questa che nell'altre instanze, pare a me che dependa dall'esser gli uccelli animati, e poter per ciò usar forza a loro piacimento contro al primario moto ingenito nelle cose terrene, nel modo appunto che gli veggiamo, mentre son vivi, volar anco all'insù, moto impossibile ad essi come gravi, dove che morti non posson se non cadere a basso; e perciò stimate voi che le ragioni che hanno luogo in tutte le sorti de i proietti detti di sopra, non possano averlo ne gli uccelli; e quest'è verissimo, e perché è vero, però non si vede, signor Sagredo, fare a quei proietti quel che fanno gli uccelli: ché se voi dalla cima della torre lascerete cadere un uccel morto e un vivo, il morto farà quell'istesso che fa una pietra, cioè seguiterà prima il moto generale diurno, e poi il moto a basso, come grave; ma se l'uccello lasciato sarà vivo, chi gli vieta che, restando sempre in lui il moto diurno, e' non si getti, co 'l batter le ale, verso qual parte dell'orizonte più gli piacerà? e questo nuovo moto, come suo particolare e non participato a noi, ci si deve far sensibile. E quando e' si sia co 'l suo volo mosso verso occidente, chi gli ha da vietare che con altrettanto batter di penne e' non ritorni in su la torre? Perché, finalmente, lo spiccar il volo verso ponente non fu altro che un detrar dal moto diurno, che ha, verbigrazia, dieci gradi di velocità, un solo grado, onde glie ne rimanevano nove, mentre volava; e quando si fusse posato

[43] La conclusione diviene necessaria per il metodo galileiano dopo che l'ipotesi formulata sia divenuta legge mediante la verifica sperimentale; questa è possibile mediante un confronto diretto della ipotesi con il fatto stesso, mediante cioè la riprova sperimentale.

in Terra, gli ritornavano i dieci comuni, a i quali co 'l volar verso levante poteva aggiugnerne uno, e con li undici ritornar su la torre: ed in somma, se noi ben considereremo e più intimamente contempleremo gli effetti del volar de gli uccelli, non differiscono in altro da i proietti verso tutte le parti del mondo, salvo che nell'esser questi mossi da un proiciente esterno, e quelli da un principio interno. E qui, per ultimo sigillo della nullità di tutte le esperienze addotte, mi par tempo e luogo di mostrar il modo di sperimentarle tutte facilissimamente. Riserratevi [44] con qualche amico nella maggiore stanza che sia sotto coverta di alcun gran navilio, e quivi fate d'aver mosche, farfalle e simili animaletti volanti; siavi anco un gran vaso d'acqua, e dentrovi de' pescetti; sospendasi anco in alto qualche secchiello, che a goccia a goccia vadia versando dell'acqua in un altro vaso di angusta bocca, che sia posto a basso: e stando ferma la nave, osservate diligentemente come quelli animaletti volanti con pari velocità vanno verso tutte le parti della stanza; i pesci si vedranno andar notando indifferentemente per tutti i versi; le stille cadenti entreranno tutte nel vaso sottoposto; e voi, gettando all'amico alcuna cosa, non più gagliardamente la dovrete gettare verso quella parte che verso questa, quando le lontananze sieno eguali; e saltando voi, come si dice, a piè giunti, eguali spazii passerete verso tutte le parti. Osservate che avrete diligentemente tutte queste cose, benché niun dubbio ci sia che mentre il vassello sta fermo non debbano succeder così, fate muover la nave con quanta si voglia velocità; ché (pur che il moto sia uniforme e non fluttuante in qua e in là) voi non riconoscerete una minima mutazione in tutti li nominati effetti, né da alcuno

[44] Questa celebre pagina del *Dialogo* è l'illustrazione del principio di relatività classica; con questo principio tutte le obbiezioni al movimento della Terra, opposte dai tolemaici si rivelano infondate, e appare anche sconfitta la pretesa del senso comune che, affidandosi alle apparenze, credeva che fosse il Sole a muoversi attorno alla Terra. Ma ancora più importanti ci paiono le implicazioni di ordine culturale, per la critica necessaria che ne deriva alle pretese di assolutezza astorica del sapere e alle posizioni esclusivistiche e dogmatiche che ne derivano.

di quelli potrete comprender se la nave cammina o pure sta ferma: voi saltando passerete nel tavolato i medesimi spazii che prima, né, perché la nave si muova velocissimamente, farete maggior salti verso la poppa che verso la prua, benché, nel tempo che voi state in aria, il tavolato sottopostovi scorra verso la parte contraria al vostro salto; e gettando alcuna cosa al compagno, non con più forza bisognerà tirarla, per arrivarlo, se egli sarà verso la prua e voi verso poppa, che se voi fuste situati per l'opposito; le gocciole cadranno come prima nel vaso inferiore, senza caderne pur una verso poppa, benché, mentre la gocciola è per aria, la nave scorra molti palmi; i pesci nella lor acqua non con più fatica noteranno verso la precedente che verso la susseguente parte del vaso, ma con pari agevolezza verranno al cibo posto su qualsivoglia luogo dell'orlo del vaso; e finalmente le farfalle e le mosche continueranno i lor voli indifferentemente verso tutte le parti, né mai accaderà che si riduchino verso la parte che riguarda la poppa, quasi che fussero stracche in tener dietro al veloce corso della nave, dalla quale per lungo tempo trattenendosi per aria, saranno state separate; e se abbruciando alcuna lagrima d'incenso si farà un poco di fumo, vedrassi ascender in alto ed a guisa di nugoletta trattenervisi, e indifferentemente muoversi non più verso questa che quella parte. E di tutta questa corrispondenza d'effetti ne è cagione l'esser il moto della nave comune a tutte le cose contenute in essa ed all'aria ancora, che per ciò dissi io che si stesse sotto coverta; ché quando si stesse di sopra e nell'aria aperta e non seguace del corso della nave, differenze più e men notabili si vedrebbero in alcuni de gli effetti nominati: e non è dubbio che il fumo resterebbe in dietro, quanto l'aria stessa; le mosche parimente e le farfalle, impedite dall'aria, non potrebber seguir il moto della nave, quando da essa per spazio assai notabile si separassero; ma trattenendovisi vicine, perché la nave stessa, come di fabbrica anfrattuosa, porta seco parte dell'aria sua prossima, senza intoppo o fatica seguirebbon la nave, e per simil cagione veggiamo tal volta, nel correr la posta, le mosche importune e i tafani seguir i cavalli, vo-

landogli ora in questa ed ora in quella parte del corpo; ma nelle gocciole cadenti pochissima sarebbe la differenza, e ne i salti e ne i proietti gravi, del tutto impercettibile.

Sagr. Queste osservazioni, ancorché navigando non mi sia caduto in mente di farle a posta, tuttavia son più che sicuro che succederanno nella maniera raccontata: in confermazione di che mi ricordo essermi cento volte trovato, essendo nella mia camera, a domandar se la nave camminava o stava ferma, e tal volta, essendo sopra fantasia, ho creduto che ella andasse per un verso, mentre il moto era al contrario. Per tanto io sin qui resto sodisfatto e capacissimo della nullità del valore di tutte l'esperienze prodotte in provar più la parte negativa che l'affirmativa della conversion della Terra. Resta ora l'instanza fondata su 'l veder per esperienza come una vertigine veloce ha facultà di estrudere e dissipare le materie aderenti alla macchina che va in volta; per lo che pareva a molti, ed anco a Tolomeo, che quando la Terra si rigirasse in se stessa con tanta velocità, i sassi e gli animali dovessero esser scagliati verso le stelle, e che le fabbriche non potessero con sì tenace calcina esser attaccate a i fondamenti, che esse ancora non patissero un tale eccidio.

Sal. Prima che venire allo scioglimento di questa instanza, non posso tacer quello che mille volte ho osservato, e non senza riso, cadere nella mente quasi di tutti gli uomini nel primo motto che sentono di questo muoversi la Terra, creduta da loro talmente fissa ed immota, che non solamente di tal quiete mai non hanno dubitato, ma fermamente creduto che tutti gli altri uomini insieme con loro l'abbiano stimata creata immobile e tale mantenutasi in tutti i secoli decorsi; e fermatisi in questo concetto, stupiscono poi nel sentire che alcuno le conceda il moto, quasi che, dopo averla egli tenuta immobile, scioccamente pensi, allora, e non prima, essersi ella messa in moto, quando Pitagora o chi altro si fusse il primo a dir che ella si muoveva. Ora, che tale stoltissimo pensiero (dico di credere che quelli che ammettono il moto della Terra, l'abbiano prima creduta stabile dalla sua creazione sino al tempo di Pitagora, e solo fattola

poi mobile dopo che Pitagora la stimò tale) trovi luogo nelle menti de gli uomini vulgari e di senso leggiero, io non me ne maraviglio; ma che gli Aristoteli e i Tolomei siano essi ancora incorsi in questa puerizia, mi par veramente assai più strana ed inescusabil semplicità.

Sagr. Adunque, signor Salviati, voi credete che Tolomeo pensasse di dover, disputando, mantener la stabilità della Terra contro a uomini li quali, concedendo quella essere stata immobile sino al tempo di Pitagora, allora solamente affermassero essersi ella fatta mobile, quando esso Pitagora le attribuì il moto?

Sal. Non si può credere altrimenti, se noi ben consideriamo la maniera ch' e' tiene in confutare il detto loro: la confutazione del quale consiste nella demolizion delle fabbriche, e nello scagliamento delle pietre de gli animali e de gli uomini stessi verso il cielo; e perché tal rovina e sbalestramento non si può fare di edifizii e di animali che prima non sieno in Terra, né in Terra possono collocarsi uomini e fabbricarsi edifizii se non quando ella stesse ferma, di qui dunque è manifesto che Tolomeo procede contro a quelli che avendo per alcun tempo conceduto la quiete alla Terra, cioè allora che gli animali le pietre e i muratori potetter dimorarvi, e fabbricar i palazzi e le città, la fanno poi precipitosamente mobile, alla rovina e distruzione delle fabbriche e de gli animali, etc. Ché quando egli avesse preso assunto di disputar contro a chi avesse attribuito alla Terra tal vertigine dalla sua prima creazione, l'avrebbe confutata co 'l dire che se la Terra si fusse sempre mossa, mai non si sarebbe potuto costituir in essa né fiere né uomini né pietre, e molto meno fabbricare edifizii e fondar città, etc.

Simpl. Non resto ben capace di questa Aristotelica e Tolemaica sconvenevolezza.

Sal. Tolomeo o arguisce contro a quelli che hanno stimata la Terra mobile sempre, o contro a chi ha stimato che ella sia stata per alcun tempo ferma e che poi si è messa in moto: se contro a i primi, doveva dire: « La Terra non si è mossa sempre, perché mai non sarebbero stati uomini né animali né edifizii in Terra, non permettendo loro la terre-

stre vertigine il dimorarvi »; ma già che egli argumentando dice: « La Terra non si muove, perché le fiere gli uomini e le fabbriche, già poste in Terra, precipiterebbono », suppone la Terra essersi una volta trovata in tale stato, che abbia ammesso alle fiere e a gli uomini il dimorarvi e 'l fabbricarvi; il che si tira in conseguenza l'essere stata ella alcun tempo ferma, cioè atta alla dimora de gli animali ed alla fabbrica de gli edifizii. Restate voi ora capace di quanto io ho voluto dire?

Simpl. Resto e non resto: ma questo poco importa al merito della causa, né un erroruzzo di Tolomeo, commesso per inavvertenza, può esser bastante a muover la Terra, quando ella sia immobile. Ma lasciati gli scherzi, venghiamo pure al nervo dell'argomento, che a me pare insolubile.

Sal. Ed io, signor Simplicio, lo voglio ancora annodare e strigner da vantaggio, co 'l mostrar ancor più sensatamente come sia vero che i corpi gravi, girati con velocità intorno a un centro stabile, acquistano impeto di muoversi allontanandosi da quel centro, quando anco e' sieno in stato di aver propensione di andarvi naturalmente. Leghisi in capo di una corda un secchiello, dentrovi dell'acqua, e tenendo forte in mano l'altro caso, e fatto semidiametro la corda e 'l braccio, e centro la snodatura della spalla, facciasi andare intorno velocemente il vaso, sì che egli descriva la circunferenza di un cerchio; il quale o sia parallelo all'orizonte, o siagli eretto, o in qualsivoglia modo inclinato, in tutti i casi seguirà che l'acqua non cascherà fuori del vaso, anzi colui che lo gira sentirà sempre tirar la corda e far forza per allontanarsi più dalla spalla; e se nel fondo del secchiello si farà un foro, si vedrà l'acqua zampillar fuori non meno verso il cielo che lateralmente e verso la terra; e se in cambio d'acqua si metteranno pietruzze, girando nell'istesso modo, si sentirà far loro l'istessa forza contro alla corda; e finalmente si veggono i fanciulli tirar i sassi in gran lontananza co 'l muover in giro un pezo di canna, in cima della quale sia incastrato il sasso: argomenti tutti della verità della conclusione, cioè che la vertigine conferisce al mobile impeto verso la circonferenza, quando il moto sia

veloce; e perché, quando la Terra girasse in se stessa, il moto della superficie, e massime verso il cerchio massimo, come incomparabilmente più veloce che i nominati, dovrebbe estruder ogni cosa contro al cielo.

Simpl. L'instanza mi par molto bene stabilita e annodata, e gran cosa ci vorrà, per mio credere, a rimuoverla e sciorla.

Sal. Lo scioglimento suo depende da alcune notizie non meno sapute e credute da voi che da me; ma perché elle non vi sovvengono, però non vedete lo scioglimento. Senza dunque ch'io ve lo insegni, perché già voi le sapete, co 'l semplice ricordarvele farò che voi stesso risolverete l'instanza.

Simpl. Io ho posto mente più volte al vostro modo di ragionare, il quale mi ha destato qualche pensiero che voi incliniate a quella opinion di Platone, che « nostrum scire sit quoddam reminisci »: però, di grazia, cavatemi di questo dubbio, dicendomi 'l vostro senso.

Sal. Quel ch'io senta dell'opinion di Platone, posso significarvelo con parole ed ancora con fatti. Già ne' ragionamenti avuti sin qui mi son io più d'una volta dichiarato con fatti: seguirò l'istesso stile nel particolare che aviamo per le mani, che potrà poi servirvi come esempio a più agevolmente comprendere il mio concetto circa l'acquisto della scienza, quando però ci avanzi tempo per un altro giorno e non sia di noia al signor Sagredo che noi facciamo questa digressione.

Sagr. Anzi mi sarà gratissimo, perché mi ricordo che quando studiavo logica, mai non potetti restar capace di quella tanto predicata dimostrazion potissima di Aristotile.

Sal. Seguitiamo dunque: e dicami il signor Simplicio qual sia il moto che fa quel sassetto stretto nella cocca della canna, mentre il fanciullo la muove per tirarlo lontano.

Simpl. Il moto del sasso sin che è nella cocca è circolare cioè va per un arco di cerchio, il cui centro stabile è la snodatura della spalla, e il semidiametro la canna co 'l braccio.

Sal. E quando la pietra scappa dalla canna, qual è il suo moto? séguit'ella di continuare 'l suo precedente circolare, o pur va per altra linea?

Simpl. Non séguit'altrimenti di muoversi in giro, perché così non si discosterebbe dalla spalla del proiciente, dove che noi la veggiamo andar lontanissima.

Sal. Di che moto dunque si muove ella?

Simpl. Lasciate ch'io ci pensi un poco, perché non ci ho più fatto fantasia.

Sal. Signor Sagredo, udite all'orecchio: ecco il *quoddam reminisci* in campagna, bene inteso. Voi ci pensate molto, signor Simplicio!

Simpl. Secondo me il moto concepito nell'uscir della cocca non può esser se non per linea retta; anzi pur è egli necessariamente per linea retta, intendendo del puro impeto avventizio. Mi dava un poco di fastidio il vedergli descriver un arco; ma perché tal arco piega sempre all'ingiù, e non verso altra parte, comprendo che quel declinare vien dalla gravità della pietra, che naturalmente la tira al basso. L'impeto impresso dico senz'altro ch'è per linea retta.

Sal. Ma per qual linea retta? perché infinite e verso tutte le bande se ne posson produrre dalla cocca della canna e dal punto della separazion della pietra dalla canna.

Simpl. Muovesi per quella che è alla dirittura del moto che ha fatto la pietra con la canna.

Sal. Il moto della pietra, mentre era nella cocca, già avete detto che è stato circolare; ora repugna l'esser circolare e a dirittura, non essendo nella linea circolare parte alcuna di retto.

Simpl. Io non intendo che 'l moto proietto sia a dirittura di tutto il circolare, ma di quell'ultimo punto dove terminò il moto circolare. Io mi intendo dentro di me, ma non so ben esplicarmi.

Sal. Ed io ancora mi accorgo che voi intendete la cosa, ma non avete i termini proprii da esprimerla: or questi ve gli posso ben insegnar io; insegnarvi, cioè, delle parole, ma non delle verità, che son cose. E per farvi toccar con mano che voi sapete la cosa e solo vi mancano i termini da esprimerla, ditemi: quando voi tirate una palla con l'archibuso, verso che parte acquist'ella impeto di andare?

Simpl. Acquista impeto di andare per quella linea retta che segue la dirittura della canna, cioè che non declina né a destra né a sinistra, né in su né in giù.

Sal. Che in somma è quanto a dire, che non fa angolo nessuno con la linea del moto retto fatto per la canna.

Simpl. Così ho voluto dire.

Sal. Se dunque la linea del moto del proietto si ha da continuar senza far angolo sopra la linea circolare descritta da lui mentre fu co 'l proiciente, e se da questo moto circolare deve passar al moto retto, qual dovrà esser questa linea retta?

Simpl. Non potrà esser se non quella che tocca il cerchio nel punto della separazione, perché tutte l'altre mi par che, prolungate, segherebbono la circonferenza, e però conterrebber con essa qualche angolo.

Sal. Voi benissimo avete discorso, e vi sete dimostrato mezo geometra. Ritenete dunque in memoria che il vostro concetto reale si spiega con queste parole: cioè che il proietto acquista impeto di muoversi per la tangente l'arco descritto dal moto del proiciente nel punto della separazione di esso proietto dal proiciente.

Simpl. Intendo benissimo, e quest'è quel ch'io volevo dire.

Sal. D'una linea retta che tocchi un cerchio, quale de' suoi punti è il più vicino di tutti al centro di quel cerchio?

Simpl. Quel del contatto senza dubbio; perché quello è nella circonferenza del cerchio, e gli altri fuora, ed i punti della circonferenza son tutti egualmente lontani dal centro.

Sal. Adunque un mobile partendosi dal contatto e movendosi per la retta tangente, si va continuamente discostando dal contatto ed anco dal centro del cerchio.

Simpl. Così è sicuramente.

Sal. Or, se voi avete tenuto a mente le proposizioni che mi avete dette, ricongiugnetele insieme e ditemi ciò che se ne raccoglie.

Simpl. Io non credo però d'esser tanto smemorato, ch'io non me n'abbia a ricordare. Dalle cose dette si raccoglie che il proietto, mosso velocemente in giro dal proiciente, nel separarsi da quello ritiene impeto di continuare il suo moto

per la linea retta che tocca il cerchio descritto dal moto del proiciente nel punto della separazione; per il qual moto il proietto si va sempre discostando dal centro del cerchio descritto dal moto del proiciente.

Sal. Voi dunque sin ora sapete la ragione del venir estrusi i gravi aderenti alla superficie d'una ruota mossa velocemente; estrusi, dico, e lanciati oltre alla circonferenza, sempre più lontani dal centro.

Simpl. Di questo mi par di restar assai ben capace; ma questa nuova cognizione più tosto mi accresce che mi scemi l'incredulità che la Terra possa muoversi in giro con tanta velocità, senza estruder verso il cielo, le pietre, gli animali, etc.

Sal. Nell'istesso modo che voi avete saputo sin qui, saprete, anzi sapete, anco il resto; e co 'l pensarvi sopra ve ne ricordereste ancora da per voi; ma, per abbreviar il tempo, vi aiuterò io a ricordarvelo. Sin qui avete per voi stesso saputo che il moto circolare del proiciente imprime nel proietto impeto di muoversi (quando avviene ch' e' si separino) per la retta tangente il cerchio del moto nel punto della separazione, e, continuando per essa il moto, vien sempre allontanandosi dal proiciente; ed avete detto che per tal linea retta continuerebbe il proietto di muoversi, quando dal proprio peso non gli fusse aggiunta inclinazione all'in giù, dalla quale deriva l'incurvazione della linea del moto [45]. Parmi ancora che voi abbiate saputo da per voi che questa piegatura tende sempre verso il centro della Terra, perché là tendon tutti i gravi. Ora passo un poco più avanti, e vi domando se il mobile dopo la separazione, nel continuar il suo moto retto, si va sempre allontanando egualmente dal centro, o volete dalla circonferenza, di quel cerchio del qual il moto precedente fu parte; che tanto è a dir se un mobile che partendosi dal punto della tangente, e movendosi per essa tangente, si allontani egualmente dal punto del contatto e dalla circonferenza del cerchio.

[45] Circa il movimento di un corpo lungo la tangente di una circonferenza, si vedano *Le Mecaniche*, vol. I, pp. 176 segg.

Simpl. Signor no, perché la tangente vicino al punto del contatto si scosta pochissimo dalla circonferenza, con la quale ella contiene un angolo strettissimo, ma nell'allontanarsi più e più, l'allontanamento cresce sempre con maggior proporzione; sì che in un cerchio che avesse, verbigrazia, dieci braccia di diametro, un punto della tangente che fusse lontano dal contatto due palmi, si troverebbe lontano dalla circonferenza del cerchio tre o quattro volte più che un punto che fusse discosto dal toccamento un palmo; e 'l punto che fusse lontano mezo palmo, parimente credo che a pena si discosterebbe la quarta parte della distanza del secondo; sì che vicino al contatto per un dito o due, appena si scorge che la tangente sia separata dalla circonferenza.

Sal. Talché il discostamento del proietto dalla circonferenza del precedente moto circolare in su 'l principio è piccolissimo?

Simpl. Quasi insensibile.

Sal. Or ditemi un poco: il proietto che dal moto del proiciente riceve impeto di muoversi per la retta tangente, e che vi andrebbe ancora se il proprio peso non lo tirasse in giù, quanto sta, doppo la separazione, a cominciar a declinare a basso?

Simpl. Credo che cominci subito, perché non avendo chi lo sostenti, non può esser che la propria gravità non operi.

Sal. Talché, se quel sasso che scagliato da quella ruota mossa in giro con velocità grande, avesse così propension naturale di muoversi verso il centro dell'istessa ruota sì come e' l'ha di muoversi verso il centro della Terra, sarebbe facil cosa che e' ritornasse alla ruota, o più tosto che e' non se ne partisse; perché essendo, su 'l principio della separazione, l'allontanamento tanto minimissimo, mediante l'infinita acutezza dell'angolo del contatto, ogni poco poco d'inclinazione che lo ritirasse verso il centro della ruota, basterebbe a ritenerlo sopra la circonferenza.

Simpl. Io non ho dubbio alcuno che, supposto quello che non è né può essere, cioè che l'inclinazione di quei corpi gravi fusse di andare al centro di quella ruota, e' non verrebbero estrusi né scagliati.

Sal. Né io ancora suppongo, né ho bisogno di supporre, quel che non è, perché non voglio negare che i sassi vengano scagliati; ma dico così per supposizione, acciò voi mi diciate il resto. Figuratevi ora che la Terra sia la gran ruota, che, mossa con tanta velocità, abbia a scagliar le pietre. Già voi mi avete molto ben saputo dire che il moto proietto dovrà esser per quella linea retta che toccherà la Terra nel punto della separazione: e questa tangente come si va ella allontanando notabilmente dalla superficie del globo terrestre?

Simpl. Credo che in mille braccia non s'allontani un dito.

Sal. Ed il proietto non dite voi che, tirato dal proprio peso, declina dalla tangente verso il centro della Terra?

Simpl. Hollo detto: e dico anco il resto, e intendo perfettamente che la pietra non si separerà dalla Terra, poiché il suo allontanarsene su 'l principio sarebbe tanto e tanto minimo, che ben mille volte più vien ad esser l'inclinazione che ha il sasso di muoversi verso il centro della Terra; il qual centro in questo caso è anco il centro della ruota. E veramente è forza concedere che le pietre, gli animali e gli altri corpi gravi non posson esser estrusi: ma mi fanno ora nuova difficultà le cose leggierissime, le quali hanno debolissima inclinazione di calare al centro, onde, mancando in loro la facultà di ritirarsi alla superficie, non veggo che elle non avessero a esser estruse; voi poi sapete che « ad destruendum sufficit unum ».

Sal. Daremo sodisfazione anco a questo. Però ditemi in prima quel che voi intendete per cose leggiere, cioè se voi intendete materie così leggiere veramente che vadano all'insù, o pur non assolutamente leggiere, ma così poco gravi che ben vengano a basso, ma lentamente; perché se voi intendete delle assolutamente leggiere, ve le lascerò esser estruse più che voi non volete [46].

[46] Contro la tesi aristotelica dell'esistenza di corpi assolutamente pesanti e corpi assolutamente leggeri, Galilei, fin da *Le Mecaniche* definì la gravità come « propensione di muoversi naturalmente al basso »; i suoi studi sull'equilibrio di un grave lungo un piano inclinato confermano il carattere relativo del peso. Distrutta la sovrastruttura sostanzialistica gravante sulla fisica aristotelica, Galilei potrà con le sue ricerche sul movi-

Simpl. Io intendo di queste cose, quali sarebbono penne, lana, bambagia e simili, a sollevar le quali basta ogni minima forza: tuttavia si veggono starsene in Terra molto riposatamente.

Sal. Come questa penna abbia qualche natural propensione di scender verso la superficie della Terra, per minima ch'ella sia, vi dico che ell'è bastante a non la lasciar sollevare; e questo non è ignoto né anco a voi. Però ditemi: quando la penna fusse estrusa dalla vertigine della Terra, per che linea si moverebb'ella?

Simpl. Per la tangente nel punto della separazione.

Sal. E quando ella dovesse tornar a riunirsi, per qual linea si muoverebbe?

Simpl. Per quella che va da lei al centro della Terra.

Sal. Talché qui cascano in considerazione due moti: uno della proiezione, che comincia dal punto del contatto e segue per la tangente; e l'altro dell'inclinazione all'ingiù, che comincia dal proietto e va per la segante verso il centro: ed a voler che la proiezione segua, bisogna che l'impeto per la tangente prevaglia all'inclinazione per la segante: non sta così?

Simpl. Così mi pare.

Sal. Ma che cosa pare a voi che sia necessaria che si trovi nel moto proiciente, acciò che e' prevaglia a quel dell'inclinazione, onde ne segua lo staccamento e l'allontanamento della penna dalla Terra?

Simpl. Io non lo so.

Sal. Come non lo sapete? qui il mobile è il medesimo, cioè la medesima penna; or come può il medesimo mobile superare nel moto e prevalere a se stesso?

Simpl. Io non intendo che e' possa prevalere o cedere a se medesimo nel moto, se non co 'l muoversi or più veloce e or più tardo.

Sal. Ecco dunque che voi pur lo sapevi. Se dunque deve seguir la proiezione della penna e prevalere il suo moto per

mento uniformemente accelerato determinare una nuova concezione della fisica e della scienza fondata sull'interpretazione quantitativo-matematica dei fenomeni e delle leggi relative.

la tangente al moto per la segante, quali bisogna che sieno le velocità loro?

Simpl. Bisogna che il moto per la tangente sia maggior di quell'altro per la segante. Oh povero a me! o non è egli anco centomila volte maggiore, e non solamente del moto in giù della penna, ma anco di quello della pietra? ed io, ben da semplice davvero, mi ero lasciato persuadere che le pietre non potrebber esser estruse dalla vertigine della Terra! Torno dunque a ridirmi, e dico che quando la Terra si muovesse, le pietre, gli elefanti, le torri e le città volerebbero verso il cielo per necessità; e perché ciò non segue, dico che la Terra non si muove.

Sal. Oh, signor Simplicio, voi vi sollevate così presto, ch'io comincerò a temer più di voi che della penna. Quietatevi un poco, e ascoltate. Se per ritener la pietra o la penna annessa alla superficie della Terra ci fusse di bisogno che 'l suo descender a basso fusse più o tanto quanto è il moto fatto per la tangente, voi areste ragione a dir che bisognasse che ella si movesse altrettanto o più velocemente per la segante all'ingiù che per la tangente verso levante; ma non mi avete voi detto poco fa, che mille braccia di distanza per la tangente dal contatto non rimuovono appena un dito dalla circonferenza? Non basta, dunque, che il moto per la tangente, che è quel della vertigine diurna, sia semplicemente più veloce del moto per la segante, che è quel della penna all'ingiù; ma bisogna che quello sia tanto più veloce, che 'l tempo che basta a condur la penna, verbigrazia, mille braccia per la tangente, sia poco per il muoversi un sol dito all'ingiù per la segante: il che vi dico che non sarà mai, fate pur quel moto veloce, e questo tardo, quanto vi piace.

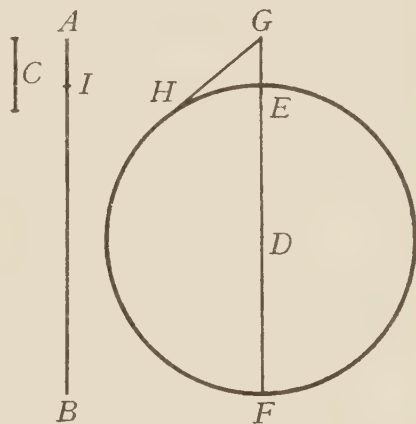
Simpl. E perché non potrebbe esser quello per la tangente tanto veloce, che non desse tempo alla penna d'arrivar alla superficie della Terra?

Sal. Provate a mettere il caso in termini, ed io vi risponderò. Dite adunque quanto vi par che bastasse far quel moto più veloce di questo.

Simpl. Dirò, per esempio, che quando quello fusse un milion di volte più veloce di questo, la penna e anco la pietra verrebbero estruse.

Sal. Voi dite così, e dite il falso, solo per difetto non di logica o di fisica o di metafisica, ma di geometria: perché, se voi intendeste solo i primi elementi, sapreste che dal centro del cerchio si può tirare una retta linea sino alla tangente, che la tagli in modo che la parte della tangente tra 'l contatto e la segante sia uno, due e tre milioni di volte maggior di quella parte della segante che resta tra la tangente e la circonferenza; e di mano in mano che la segante sarà più vicina al contatto, questa proporzione si fa maggiore in infinito: onde non è da temere che, per veloce che sia la vertigine e lento il moto in giù, la penna, o altro più leggiero, possa cominciare a sollevarsi, perché sempre l'inclinazione in giù supera la velocità della proiezione.

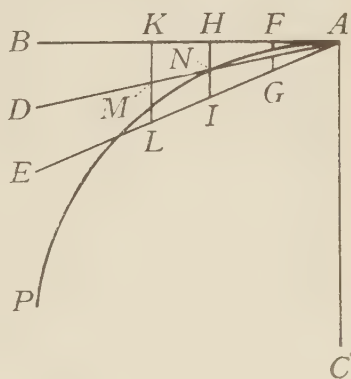
Sagr. Io non resto interamente capace di questo negozio.

Sal. Io ve ne farò una dimostrazione universalissima, e anco assai facile. Sia data proporzione quella che ha la BA alla C, e sia BA maggior di C quanto esser si voglia; e sia il cerchio il cui centro D, dal quale bisogni tirare una segante, sì che la tangente ad essa segante abbia la proporzione che ha BA alla C: prendasi delle due BA, C la terza proporzionale AI, e come BI ad IA, così si faccia il diametro FE ad EG, e dal punto G tirisi la tangente GH: dico esser fatto quanto bisognava, e come BA a C, così essere HG a GE. Imperocché, essendo come BI ad IA così FE ad EG, sarà, componendo, come BA ad AI così FG a GE; perché la C è media proporzionale tra BA, AI, e la GH è media tra FG, GE, però BA a C, così sarà FG a GH, cioè HG a GE, che è quel che bisognava fare.

Sagr. Resto capace di questa dimostrazione; tuttavia non mi si toglie interamente ogni scrupolo, anzi mi sento

rigirar per la mente certa confusione, la quale, a guisa di nebbia densa ed oscura, non mi lascia discerner, con quella lucidità che suole esser propria delle ragioni matematiche, la chiarezza e necessità della conclusione. E quello in che io mi confondo, è questo. È vero che gli spazii tra la tangente e la circonferenza si vanno diminuendo in infinito verso 'l contatto; ma è anco vero, all'incontro, che la propensione del mobile al descendere si va facendo in esso sempre minore quanto egli si trova più vicino al primo termine della sua scesa, cioè allo stato di quiete, sì come è manifesto da quello che voi ci dichiaraste, mostrando che il grave descendente partendosi dalla quiete debbe passar per tutti i gradi di tardità mezani tra essa quiete e qualsivoglia segnato grado di velocità, li quali sono minori e minori in infinito [47]. Aggiugnesi che essa velocità e propensione al moto si va per un'altra ragione diminuendo pure in infinito, e ciò avviene dal potersi in infinito diminuire la gravità di esso mobile: talché le cagioni che diminuiscono la propensione allo scendere, ed in conseguenza favoriscono la proiezione, son due, cioè la leggerezza del mobile e la vicinità al termine di quiete, ed amendue agumentabili in infinito; le quali hanno, all'incontro, il contrasto di una sola causa del far la proiezione, la quale, benché essa parimente agumentabile in infinito, non comprendo come essa sola non possa restar vinta dall'unione ed accoppiamento dell'altre, che son due pure agumentabili in infinito.

Sal. Dubitazione degna del signor Sagredo; e per dilucidarla, sì che più chiaramente venga da noi compresa, poiché voi ancor dite d'averla in confuso, la verremo distinguendo con ridurla in figura, la quale anco forse ci arrecherà agevolezza nel risolverla. Segniamo dunque una linea perpendicolare verso il centro, e sia questa *A C*, ed ad essa sia ad angoli retti la orizontale *A B*, sopra la quale si farebbe il moto della proiezione e vi continuerebbe d'andare il proietto con movimento equabile, quando la gravità non lo inclinasse

[47] Cfr. *Discorsi intorno a due nuove scienze*, p. 730, e la lettera al Sarpi del 1604, vol. I, pp. 862 segg.

a basso. Intendasi ora dal punto *A* prodotta una linea retta, la quale con la *A B* contenga qualsivoglia angolo, e sia questa *A E*, e notiamo sopra la *A B* alcuni spazii eguali *A F*, *F H*, *H K*, e da essi tiriamo le perpendicolari *F G*, *H I*, *K L* sino alla *A E*. E perché, come altra volta si è detto, il grave cadente, partendosi dalla quiete, va acquistando sempre maggior grado di velocità di tempo in tempo, secondo che l'istesso tempo va crescendo, possiamo figurarci gli spazii *A F*, *F H*, *H K* rappresentarci tempi eguali, e le perpendicolari *F G*, *H I*, *K L* gradi di velocità acquistati in detti tempi, sì che il grado di velocità acquistato in tutto il tempo *A K* sia come la linea *K L* rispetto al grado *H I* acquistato nel tempo *A H*, e 'l grado *F G* nel tempo *A F*, li quali gradi *K L*, *H I*, *F G* hanno (come è manifesto) la medesima proporzione che i tempi *K A*, *H A*, *F A*; e se altre perpendicolari si tireranno da i punti ad arbitrio notati nella linea *F A*, sempre si troveranno gradi minori e minori in infinito, procedendo verso il punto *A*, rappresentante il primo instante del tempo e il primo stato di quiete: e questo ritiramento verso *A* ci rappresenta la prima propensione al moto in giù, diminuita in infinito per l'avvicinamento del mobile al primo stato di quiete, il quale avvicinamento è agumentabile in infinito. Troveremo adesso l'altra diminuzion di velocità, che pure si può fare in infinito per la diminuzion della gravità del mobile; e questo si rappresenterà col produrre altre linee dal punto *A*, le quali contengano angoli minori dell'angolo *B A E*, qual sarebbe questa *A D*, la quale, segando le parallele *K L*, *H I*, *F G* ne' punti *M*, *N*, *O*, ci figura i gradi *F O*, *H N*, *K M* acquistati ne i tempi *A F*, *A H*, *A K*, minori de gli altri gradi *F G*, *H I*, *K L* acquistati ne i medesimi tempi, ma questi come da un mobile più grave, e quelli da un più leggiero. Ed è manifesto che col ritirar la linea *E A* verso *A B*, ristringendo l'angolo *E A B* (il che si può fare in infinito, sì come la gravità in

infinito si può diminuire), si vien parimente a diminuire in infinito la velocità del cadente, ed in conseguenza la causa che impediva la proiezione: e però pare che dall'unione di queste due ragioni contro alla proiezione, diminuite in infinito, non possa ella esser impedita. E riducendo tutto l'argomento in brevi parole, diremo: Col ristrigner l'angolo *E A B* si diminuiscono i gradi di velocità *L K*, *I H*, *G F*; ed in oltre col ritirar le parallele *K L*, *H I*, *F G* verso l'angolo *A* si diminuiscono pure i medesimi gradi, e l'una e l'altra diminuzione si estende in infinito: adunque la velocità del moto in giù si potrà ben diminuir tanto e tanto (potendosi doppiamente diminuire in infinito), che ella non basti per restituire il mobile sopra la circonferenza della ruota, e per fare, in conseguenza, che la proiezione venga impedita e tolta. All'incontro poi, per far che la proiezion non segua, bisogna che gli spazii per i quali il proietto deve scendere per riunirsi alla ruota, si facciano così brevi ed angusti, che per tarda, anzi per diminuita in infinito, che sia la scesa del mobile, ella pur basti a ricondurvelo; e però bisognerebbe che si trovasse una diminuzione di essi spazii non solo fatta in infinito, ma di una infinità tale che superasse la doppia infinità che si fa nella diminuzion della velocità del cadente in giù. Ma come si diminuirà una magnitudine più di un'altra che si diminuisce doppiamente in infinito? Ora noti il signor Simplicio quanto si possa ben filosofare in natura senza geometria! I gradi della velocità diminuiti in infinito, sì per la diminuzion della gravità del mobile sì per l'avvicinamento al primo termine del moto, cioè allo stato di quiete, sempre son determinati, e proporzionatamente rispondono alle parallele comprese tra due linee rette concorrenti in un angolo, conforme all'angolo *B A E* o *B A D* o altro in infinito più acuto, ma però sempre rettilineo; ma la diminuzione degli spazii per li quali il mobile ha da ricondursi sopra la circonferenza della ruota è proporzionata ad un'altra sorte di diminuzione, compresa dentro a linee che contengono un angolo infinitamente più stretto ed acuto di qualsivoglia acuto rettilineo, quale sarà questo. Piglisi nella perpendicolare *A C* qualsivoglia punto *C*, e fat-

tolo centro, descrivasi con l'intervallo $C A$ un arco $A M P$, il quale taglierà le parallele determinatrici de i gradi di velocità, per minime che elle siano e comprese dentro ad angustissimo angolo rettilineo; delle quali parallele le parti che restano tra l'arco e la tangente $A B$ sono le quantità de gli spazii e de i ritorni sopra la ruota, sempre minori, e con maggior proporzione minori quanto più s'accostano al contatto, minori, dico, di esse parallele, delle quali son parti. Le parallele comprese tra le linee rette, nel ritirarsi verso l'angolo, diminuiscono sempre con la medesima proporzione, come, verbigrazia, essendo divisa la $A H$ in mezo nel punto F, la parallela $H I$ sarà doppia della $F G$, e suddividendo la $F A$ in mezo, la parallela prodotta dal punto della divisione sarà la metà della $F G$, e continuando la suddivisione in infinito, le parallele sussequenti saranno sempre la metà delle prossime precedenti: ma non così avviene delle linee intercette tra la tangente e la circonferenza del cerchio; imperocché, fatta l'istessa suddivisione nella $F A$ e posto, per esempio, che la parallela che vien dal punto H fusse doppia di quella che vien da F, questa sarà poi più che doppia della seguente, e continuamente quanto verremo verso il toccamento A troveremo le precedenti linee contenere le prossime seguenti tre, quattro, dieci, cento, mille, centomila, e cento milioni, e più in infinito. La brevità, dunque, di tali linee si riduce a tale, che di gran lunga supera il bisogno per far che il proietto, per leggierissimo che sia, ritorni, anzi pur si mantenga, sopra la circonferenza.

Sagr. Io resto molto ben capace di tutto il discorso e della forza con la quale egli strigne: tuttavia mi pare che chi volesse travagliarlo ancora, potrebbe muoverci qualche difficultà, con dire che delle due cause che rendono la scesa del mobile più e più tarda in infinito, è manifesto che quella che depende dalla vicinità al primo termine della scesa, cresce sempre con la medesima proporzione, sì come sempre mantengono l'istessa proporzione tra di loro le parallele etc.; ma che la diminuzion della medesima velocità dependente dalla diminuzion della gravità del mobile (che era la seconda causa) si faccia essa ancora con la medesima proporzione,

non par così manifesto. E chi ci assicura che ella non si faccia secondo la proporzione delle linee intercette tra la tangente e la circonferenza, o pur anco con proporzion maggiore?

Sal. Io avevo preso come per vero che le velocità de i mobili naturalmente descendenti seguitassero la proporzione delle loro gravità, in grazia del signor Simplicio e d'Aristotile, che in più luoghi l'afferma come proposizione manifesta; voi, in grazia dell'avversario, ponete ciò in dubbio, ed asserite poter esser che la velocità si accresca con proporzion maggiore, ed anco maggiore in infinito, di quella della gravità, onde tutto il discorso passato vadia per terra; resta a me, per sostenerlo, il dire che la proporzione delle velocità è molto minore di quella delle gravità, è così non solamente sollevare, ma fortificare, quanto si è detto: e di questo ne adduco per prova l'esperienza, la quale ci mostrerà che un grave anco ben trenta e quaranta volte più di un altro, qual sarebbe, per esempio, una palla di piombo ed una di sughero, non si moverà né anco a gran pezzo più veloce il doppio. Ora, se la proiezione non si farebbe quando ben la velocità del cadente si diminuisse secondo la proporzione della gravità, molto meno si farà ella tutta volta che poco si scemi la velocità per molto che si detragga del peso. Ma posto anco che la velocità si diminuisse con proporzione assai maggiore di quella con che si scemasse la gravità, quando ben anco ella fusse quella stessa con la quale si diminuiscono quelle parallele tra la tangente e la circonferenza, io non penetro necessità veruna che mi persuada doversi far la proiezione di materie quanto si vogliano leggierissime, anzi affermo pure che ella non si farà, intendendo però di materie non propriamente leggierissime, cioè prive di ogni gravità e che per lor natura vadano in alto, ma che lentissimamente descendano ed abbiano pochissima gravità: e quello che mi muove a così credere è che la diminuzione di gravità, fatta secondo la proporzione delle parallele tra la tangente e la circonferenza, ha per termine ultimo ed altissimo la nullità di peso, come quelle parallele hanno per ultimo termine della lor diminuzione l'istesso contatto, che

è un punto indivisibile; ora la gravità non si diminuisce mai sino al termine ultimo, perché così il mobile non sarebbe grave; ma ben lo spazio del ritorno del proietto alla circonferenza si riduce all'ultima piccolezza, il che è quando il mobile posa sopra la circonferenza nell'istesso punto del contatto, talché per ritornarvi non ha bisogno di spazio quanto: è però, sia quanto si voglia minima la propensione al moto in giù, sempre è ella più che a bastanza per ricondurre il mobile su la circonferenza, dalla quale ei dista per lo spazio minimo, cioè per niente.

Sagr. Veramente il discorso è molto sottile, ma altrettanto concludente; ed è forza confessare che il voler trattar le quistioni naturali senza geometria è un tentar di fare quello che è impossibile ad esser fatto.

Sal. Ma il signor Simplicio non dirà così; se bene io non credo ch'ei sia di quei Peripatetici che dissuadono i lor discepoli dallo studio delle mattematiche, come quelle che depravano il discorso e lo rendono meno atto alla contemplazione.

Simpl. Io non farei questo torto a Platone, ma direi bene con Aristotile che ei s'immerse troppo e troppo s'invaghì di quella sua geometria; perché finalmente queste sottigliezze mattematiche, signor Salviati, son vere in astratto, ma applicate alla materia sensibile e fisica non rispondono: perché dimostrerranno ben i mattematici con i lor principii, per esempio, che « sphæra tangit planum in puncto », proposizione simile alle presente; ma come si viene alla materia, le cose vanno per un altro verso: e così voglio dire di quest'angoli del contatto e di queste proporzioni, che tutte poi vanno a monte quando si viene alle cose materiali e sensibili.

Sal. Adunque voi non credete altrimenti che la tangente tocchi la superficie del globo terrestre in un punto?

Simpl. Non solo in un punto, ma credo che molte e molte decine, e forse centinaia di braccia vadia una linea retta toccando la superficie anco dell'acqua, non che della Terra, prima che separarsi da lei.

Sal. Ma s'io vi concedo questa cosa, non v'accorgete voi che tanto peggio è per la causa vostra? perché, se posto

che la tangente, da un sol punto in fuori, fusse separata dalla superficie della Terra, si è ad ogni modo dimostrato che per la grande strettezza dell'angolo della contingenza (se però si deve chiamar angolo) il proietto non si separerebbe, quanto meno avrà egli causa di separarsi se quell'angolo si chiuda affatto e la superficie e la tangente procedano unitamente? Non vedete voi che a questo modo la proiezione si farebbe su l'istessa superficie della Terra, che tanto è quanto a dire che ella non si farebbe? Vedete adunque qual sia la forza del vero, che mentre voi cercate d'atterrarlo, i vostri medesimi assalti lo sollevano e l'avvalorano. Ma già che vi ho tratto di questo errore, non vorrei già lasciarvi in quest'altro, che voi stimaste che una sfera materiale non tocchi un piano in un sol punto; e vorrei pur che la conversazione, ancor che di poche ore, avuta con persone che hanno qualche cognizion di geometria vi facesse comparir un poco più intelligente tra quei che non ne sanno niente. Or, per mostrarvi quanto sia grande l'error di coloro che dicono che una sfera, verbigrazia, di bronzo, non tocca un piano, verbigrazia, d'acciaio, in un punto, ditemi qual concetto voi vi formeresti di uno che dicesse e costantemente asseverasse che la sfera non fusse veramente sfera.

Simpl. Lo stimerei per privo di discorso affatto.

Sal. In questo stato è colui che dice che la sfera materiale non tocca un piano, pur materiale, in un punto, perché il dir questo è l'istesso che dire che la sfera non è sfera. E che ciò sia vero, ditemi in quello che voi costituite l'essenza della sfera, cioè che cosa è quella che fa differir la sfera da tutti gli altri corpi solidi.

Simpl. Credo che l'essere sfera consista nell'aver tutte le linee rette, prodotte dal suo centro sin alla circonferenza, eguali.

Sal. Talché quando tali linee non fussero eguali, quel tal solido non sarebbe altrimenti una sfera.

Simpl. Signor no.

Sal. Ditemi appresso, se voi credete che delle molte linee che si posson tirar tra due punti, ve ne possa essere altro che una retta sola.

Simpl. Signor no.

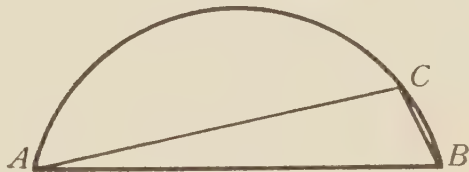
Sal. Ma voi intendete pure che questa sola retta sarà poi per necessità la brevissima di tutte l'altre.

Simpl. L'intendo, e ne ho anche la dimostrazion chiara, arrecata da un gran filosofo peripatetico; e parmi, se ben mi ricorda, ch'ei la porti riprendendo Archimede, che la suppone come nota, potendola dimostrare.

Sal. Questo sarà stato un gran matematico, avendo potuto dimostrar quel che né seppe né potette dimostrare Archimede; e se ve ne sovvenisse la dimostrazione, la sentirei volentieri, perché mi ricordo benissimo che Archimede ne i libri della sfera e del cilindro mette cotesta proposizione tra i postulati, e tengo per fermo che l'avesse per indimostrabile [48].

Simpl. Credo che mi sovverrà, perch'ella è assai facile e breve.

Sal. Tanto sarà maggior la vergogna d'Archimede, e la gloria di cotesto filosofo.

Simpl. Io farò la sua figura. Tra i punti *A*, *B* tira la linea retta *A B* e la curva *A C B*, delle quali ei vuol provare la retta esser più breve; e la prova è tale. Nella curva piglia un punto, che sarebbe *C*, e tira due altre rette *A C*, *C B*, le quali due sono più lunghe della sola *A B*, che così dimostra Euclide; ma la curva *A C B* è maggiore delle due rette *A C*, *C B*; adunque *a fortiori* la curva *A C B* sarà molto maggiore della retta *A B*, che è quello che si doveva dimostrare.

Sal. Io non credo che a cercar tutti i paralogismi del mondo si potesse trovare il più accomodato di questo per dare un esempio della più solenne fallacia che sia tra tutte le fallacie, cioè di quella che prova « ignotum per ignotius ».

Simpl. In che modo?

Sal. Come in che modo? la conclusione ignota, che voi volete provare, non è che la curva *A C B* sia più lunga della retta *A B*? il mezo termine, che si piglia per noto, non è

[48] « La sfera tocca il piano in un sol punto ».

che la curva *A C B* sia maggior delle due *A C*, *C B*, le quali è noto esser maggior della *A B*? e se vi è ignoto che la curva sia maggiore della sola retta *A B*, come non sarà egli assai più ignoto che ella sia maggiore delle due rette *A C*, *C B*, che si sa esser maggiori della sola *A B*? e voi lo prendete per noto?

Simpl. Io non intendo ancor bene dove consista la fallacia.

Sal. Come le due rette sien maggiori della *A B* (sì come è noto per Euclide), tuttavolta che la curva sia maggior delle due rette *A C*, *C B*, non sarà ella molto maggiore della sola retta *A B*?

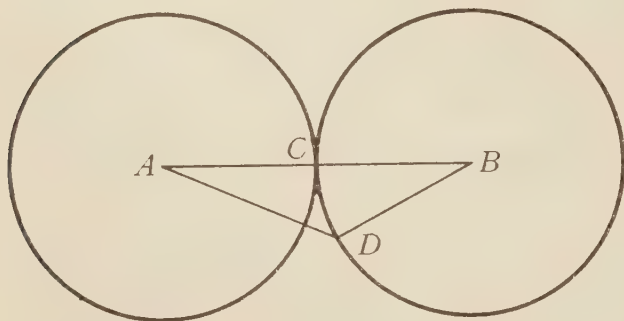
Simpl. Signor sì.

Sal. Esser maggiore la curva *A C B* della retta *A B* è la conclusione, più nota del mezo termine, che è l'esser la medesima curva maggior delle due rette *A C*, *C B*: ora, quando il mezo è manco noto della conclusione, si domanda provare « ignotum per ignotius ». Or torniamo al nostro proposito: basta che voi intendete, la retta esser la brevissima di tutte le linee che si posson tirare fra due punti. E quanto alla principal conclusione, voi dite che la sfera materiale non tocca il piano in un sol punto: qual è dunque il suo contatto?

Simpl. Sarà una parte della sua superficie.

Sal. E il contatto parimente d'un'altra sfera eguale alla prima, sarà pure una simil particella della sua superficie?

Simpl. Non ci è ragione che non deva esser così.

Sal. Adunque ancor le due sfere, toccandosi, si toccheranno con le due medesime particelle di superficie, perché, adattandosi ciascheduna di esse all'istesso piano, è forza che si adattino ancor fra di loro. Imaginatevi ora le due sfere, i cui centri *A*, *B*, che si tocchino, e congiungansi i lor centri con la retta linea *A B*, la quale passerà per il toccamento. Passi per il punto *C*, e preso nel toccamento un

altro punto *D*, congiungansi le due rette *A D*, *B D*, sì che si constituisca il triangolo *A D B*, del quale i due lati *A D*, *D B* saranno eguali all'altro solo *A C B*, contenendo, tanto quelli quanto questi, due semidiametri, che per la definizion della sfera sono tutti eguali: e così la retta *A B*, tirata tra i due centri *A*, *B*, non sarà la brevissima di tutte, essendoci le due *A D*, *D B* eguali a lei; il che per le vostre concessioni è assurdo.

Simpl. Questa dimostrazione conclude delle sfere in astratto, e non delle materiali.

Sal. Assegnatemi dunque in che cosa consiste la fallacia del mio argomento, già che non conclude nelle sfere materiali, ma sì bene nelle immateriali e astratte.

Simpl. Le sfere materiali son soggette a molti accidenti, a i quali non soggiacciono le immateriali. E perché non può esser che, posandosi una sfera di metallo sopra un piano, il proprio peso non calchi in modo che il piano ceda qualche poco, o vero che l'istessa sfera nel contatto si ammacchi? In oltre, quel piano difficilmente potrà esser perfetto, quando non per altro, almeno per esser la materia porosa; e forse non sarà men difficile il trovare una sfera così perfetta, che abbia tutte le linee dal centro alla superficie egualissime per l'appunto.

Sal. Oh tutte queste cose ve le concedo io facilmente, ma elle sono assai fuor di proposito; perché mentre voi volete mostrarmi che una sfera materiale non tocca un piano materiale in un punto, voi vi servite d'una sfera che non è sfera e d'un piano che non è piano, poiché, per vostro detto, o queste cose non si trovano al mondo, o se si trovano si guastano nell'applicarsi a far l'effetto. Era dunque manco male che voi concedeste la conclusione, ma condizionatamente, cioè che se si desse in materia una sfera e un piano che fussero e si conservassero perfetti, si toccherebber in un sol punto, e negaste poi ciò potersi dare.

Simpl. Io credo che la proposizione de i filosofi vadia intesa in cotesto senso, perché non è dubbio che l'imperfezion della materia fa che le cose prese in concreto non rispondono alle considerate in astratto.

Sal. Come non si rispondono? Anzi quel che voi stesso dite al presente prova che elle rispondon puntualmente.

Simpl. In che modo?

Sal. Non dite voi che per l'imperfezion della materia quel corpo che dovrebbe esser perfetto sferico, e quel piano che dovrebbe esser perfetto piano, non riescono poi tali in concreto quali altri se gli immagina in astratto?

Simpl. Così dico.

Sal. Adunque, tuttavolta che in concreto voi applicate una sfera materiale a un piano materiale, voi applicate una sfera non perfetta a un piano non perfetto; e questi dite che non si toccano in un punto. Ma io vi dico che anco in astratto una sfera immateriale, che non sia sfera perfetta, può toccare un piano immateriale, che non sia piano perfetto, non in un punto, ma con parte della sua superficie; talché sin qui quello che accade in concreto, accade nell'istesso modo in astratto: e sarebbe ben nuova cosa che i computi e le ragioni fatte in numeri astratti, non rispondessero poi alle monete d'oro e d'argento e alle mercanzie in concreto. Ma sapete, signor Simplicio, quel che accade? Sì come a voler che i calcoli tornino sopra i zuccheri, le sete e le lane, bisogna che il computista faccia le sue tare di casse, invoglie ed altre bagaglie, così, quando il filosofo geometra vuol riconoscere in concreto gli effetti dimostrati in astratto, bisogna che difalchi gli impedimenti della materia; che se ciò saprà fare, io vi assicuro che le cose si riscontreranno non meno aggiustatamente che i computi aritmetici. Gli errori dunque non consistono né nell'astratto né nel concreto, né nella geometria o nella fisica, ma nel calcolatore, che non sa fare i conti giusti [49]. Però, quando voi aveste una sfera ed un piano perfetti, benché materiali, non abbiate dubbio che si toccherebbero in un punto; e se questo era ed è impossibile ad aversi, molto fuor di proposito fu il dire che «sphæra ænea non tangit in puncto». Ma

[49] Per un diverso atteggiamento di Galilei nei confronti del contributo che l'esperienza può dare alla ricerca della verità, cfr. la lettera al Carcavy del 1637 (vol. I, p. 944) e quella al Baliani del 1639 (vol. I, p. 962).

più vi aggiungo, signor Simplicio: concedutovi che non si possa dare in materia una figura sferica perfetta né un piano perfetto, credete voi che si possano dare due corpi materiali di superficie in qualche parte e in qualche modo incurvata, anco quanto si voglia irregolatamente?

Simpl. Di questi non credo che ce ne manchino.

Sal. Come ve ne siano di tali, questi ancora si toccheranno in un punto, ché il toccarsi in un sol punto non è miga privilegio particolare del perfetto sferico e del perfetto piano. Anzi chi più sottilmente andasse contemplando questo negozio, troverebbe che più difficile assai è il trovar due corpi che si tocchino con parte delle lor superficie, che con un punto solo: perché a voler che due superficie combagino bene insieme, bisogna o che amendue sieno esattamente piane, o che se una è colma, l'altra sia concava, ma di una incavatura che per appunto risponda al colmo dell'altra; le quali condizioni son molto più difficili a trovarsi, per la lor troppo stretta determinazione, che le altre, che nella casual larghezza son infinite.

Simpl. Adunque voi credete che due pietre o due ferri, presi a caso e accostati insieme, il più delle volte si tocchino in un sol punto?

Sal. Ne gli incontri casuali credo di no, sì perché per lo più sopra essi sarà qualche poco d'immondizia cedente, sì perché non si usa diligenza in applicargli insieme senza qualche percossa, ed ogni poca basta a far che l'una superficie ceda qualche poco all'altra, sì che scambievolmente si figurino, almeno in qualche minima particella, l'una all'impronta dell'altra: ma quando le superficie loro fussero ben terse, e che posati amendue sopra una tavola, acciocché l'uno non gravasse sopra all'altro, si spingessero pian piano l'uno verso l'altro, io non ho dubbio che potrebbero condursi al semplice contatto in un sol punto.

Sagr. Egli è forza che con vostra licenza io proponga certa mia difficultà, natami nel sentir proporre al signor Simplicio la impossibilità che è nel potersi trovare un corpo materiale e solido che abbia perfettamente la figura sferica, e nel veder il signor Salviati prestargli in certo modo, non

contradicendo, l'assenso. Però vorrei sapere se la medesima difficultà si trovi nel figurare un solido di qualche altra figura, cioè, per dichiararmi meglio, se maggior difficultà si trovi in voler ridurre un pezzo di marmo in figura d'una sfera perfetta, che d'una perfetta piramide o d'un perfetto cavallo o d'una perfetta locusta.

Sal. Per questa prima risposta, la darò io: e prima mi scuserò dell'assenso che vi pare ch'io abbia prestato al signor Simplicio, il quale era solamente per a tempo, perché io ancora avevo in animo, avanti che entrare in altra materia, dir quello che per avventura sarà l'istesso o assai conforme al vostro pensiero. E rispondendo alla vostra prima interrogazione, dico che se figura alcuna si può dare a un solido, la sferica è la facilissima sopra tutte l'altre, sì come è anco la semplicissima e tiene tra le figure solide quel luogo che il cerchio tiene tra le superficiali: la descrizion del qual cerchio, come più facile di tutte le altre, essa sola è stata giudicata da i matematici degna d'esser posta tra i postulati attenenti alle descrizioni di tutte l'altre figure. Ed è talmente facile la formazion della sfera, che se in una piastra piana di metallo duro si caverà un vacuo circolare, dentro al quale si vadia rivolgendo casualmente qualsivoglia solido assai grossamente tondeggiato, per se stesso senz'altro artifizio si ridurrà in figura sferica, quanto più sia possibile perfetta, purché quel tal solido non sia minore della sfera che passasse per quel cerchio; e quel che ci è anche di più degno di considerazione è che dentro a quel medesimo incavo si formeranno sfere di diverse grandezze. Quello poi che ci voglia per formare un cavallo o (come voi dite) una locusta, lo lascio giudicare a voi, che sapete che pochissimi scultori si troveranno al mondo atti a poterlo fare; e credo che il signor Simplicio in questo particolare non dissentirà da me.

Simpl. Non so se io dissenta punto da voi. L'oppinion mia è che nessuna delle nominate figure si possa perfettamente ottenere; ma per avvicinarsi quanto si possa al più perfetto grado, credo che incomparabilmente sia più agevole

il ridurre il solido in figura sferica, che in forma di cavallo o di locusta.

Sagr. E questa maggior difficultà da che credete voi che ella dependa?

Simpl. Sì come la grand'agevolezza nel formar la sfera deriva dalla sua assoluta semplicità ed uniformità, così la somma irregolarità rende difficilissimo l'introdur l'altre figure.

Sagr. Adunque, come l'irregolarità è causa di difficultà, anco la figura di un sasso rotto con un martello a caso sarà delle difficili a introdursi, essendo essa ancora irregolare forse più di quella del cavallo?

Simpl. Così deve essere.

Sagr. Ma ditemi: quella figura, qualunque ella si sia, che ha quel sasso, hall'egli perfettissimamente o pur no?

Simpl. Quella che egli ha, l'ha tanto perfettamente, che nessun'altra le si assesta tanto puntualmente.

Sagr. Adunque, se delle figure irregolari, e perciò difficili a conseguirsi, pur se ne trovano infinite perfettissimamente ottenute, con qual ragione si potrà dire che la semplicissima, e per ciò facilissima più di tutte, sia impossibile a ritrovarsi?

Sal. Signori, con vostra pace, mi par che noi siamo entrati in una disputa non molto più rilevante che quella della lana caprina, e dove che i nostri ragionamenti dovrebber continuar di esser intorno a cose serie e rilevanti, noi consumiamo il tempo in altercazioni frivole e di nessun rilievo. Ricordiamoci in grazia che il cercar la costituzione del mondo è de' maggiori e de' più nobil problemi che sieno in natura, e tanto maggior poi, quanto viene indrizzato allo scioglimento dell'altro, dico della causa del flusso e reflusso del mare, cercata da tutti i grand'uomini che sono stati sin qui e forse da niun ritrovata: però, quando altro non ci resti da produrre per l'assoluto scioglimento dell'instanza presa dalla vertigine della Terra, che fu l'ultima portata per argomento della sua immobilità circa il proprio centro, potremo passare allo scrutinio delle cose che sono in pro e contro al movimento annuo.

Sagr. Non vorrei, signor Salviati, che voi misuraste gl'ingegni di noi altri con la misura del vostro: voi, avvezzo sempre ad occuparvi in contemplazioni altissime, stimate frivole e basse tal una di quelle che a noi paiono degno cibo de' nostri intelletti; però talvolta, per sodisfazione nostra, non vi sdegnate di abbassarvi a concedere qualcosa alla nostra curiosità. Quanto poi allo scioglimento dell'ultima instanza, presa dallo scagliamento della vertigine diurna, per sodisfare a me bastava assai meno di quello che si è prodotto; tuttavia le cose che si son dette soprabbondantemente, mi son parse tanto curiose, che non solo non mi hanno stancata la fantasia, ma me l'hanno con le loro novità trattenuta sempre con diletto tale che maggior non saprei desiderarne: però se qualche altra specolazione resta a voi da aggiugnervi, producetela pure, ch'io per la parte mia molto volentieri la sentirò.

Sal. Io nelle cose trovate da me ho sempre sentito grandissimo diletto, e doppo questo, che è il massimo, provo gran piacere nel conferirle con qualche amico che le capisca e che mostri di gustarle: or, poiché voi sete uno di questi, allentando un poco la briglia alla mia ambizione, che gode dentro di sé quando io mi mostro più perspicace di qualche altro reputato di acuta vista, produrrò, per colmo e buona misura della discussion passata, un'altra fallacia de i seguaci di Tolomeo e d'Aristotile, presa nel già prodotto argomento.

Sagr. Ecco che io avidamente mi apparecchio a sentirla.

Sal. Noi aviamo sin qui trapassato e conceduto a Tolomeo come effetto indubitabile, che procedendo la scagliamento del sasso dalla velocità della ruota mossa intorno al suo centro, tanto si accresca la causa di esso scagliamento, quanto la velocità della vertigine si agumenta; dal che si inferiva che essendo la velocità della terrestre vertigine sommamente maggiore di quella di qualsivoglia macchina che noi artifiziosamente possiamo far girare, l'estrusione in conseguenza delle pietre e de gli animali etc., dovesse esser violentissima. Ora io noto che in questo discorso è una grandissima fallacia, mentre noi indifferentemente ed assolutamente paragoniamo le velocità tra di loro. È vero che s'io

fo comparazione delle velocità della medesima ruota o di due ruote eguali tra di loro, quella che più velocemente sarà girata, con maggior impeto scaglierà le pietre, e crescendo la velocità, con la medesima proporzione crescerà anco la causa della proiezione; ma quando la velocità si facesse maggiore non con l'accrescer velocità nell'istessa ruota, che sarebbe co 'l fargli dar numero maggiore di conversioni in tempi eguali, ma co 'l crescere il diametro e far la ruota maggiore, sì che ritenendo il medesimo tempo di una conversione tanto nella piccola quanto nella gran ruota, e solo nella grande la velocità fusse maggiore per esser la sua circonferenza maggiore, non sia chi creda che la causa dello scagliamento nella gran ruota crescesse secondo la proporzione della velocità della sua circonferenza verso la velocità della circonferenza della minor ruota, perché questo è falsissimo, come per adesso una speditissima esperienza ci potrà mostrar così alla grossa: ché tal pietra potremmo noi scagliare con una canna lunga un braccio, che con una lunga sei braccia non potremo, ancorché il moto dell'estremità della canna lunga, cioè della pietra incastratavi, fusse più veloce il doppio del moto della punta della canna più corta; che sarebbe quando le velocità fussero tali, che nel tempo di una conversione intera della canna maggiore, la minore ne facesse tre.

Sagr. Questo, signor Salviati, che voi mi dite, già comprendo io dovere necessariamente succeder così; ma non mi sovvien già prontamente la causa perché eguali velocità non abbiano a operare egualmente in estruder i proietti, ma assai più quella della ruota minore che l'altra della ruota maggiore: però vi prego a dichiararmi come il negozio cammina.

Simpl. Voi, signor Sagredo, questa volta vi sete dimostrato dissimile a voi medesimo, che solete in un momento penetrar tutte le cose, ed ora trapassate una fallacia posta nell'esperienza delle canne, la quale ho io potuto penetrare; e questa è la diversa maniera di operare nel far la proiezione or con la canna breve ed or con la lunga: perché a voler che la pietra scappi fuor della cocca, non bisogna

continuar uniformemente il suo moto, ma allora ch'egli è velocissimo, convien ritenere il braccio e reprimer la velocità della canna, perloché la pietra, che già è in moto velocissimo, scappa e con impeto si muove; ma tal ritegno non si può far nella canna maggiore, la quale, per la sua lunghezza e flessibilità, non ubbidisce interamente al freno del braccio, ma, continuando di accompagnare il sasso per qualche spazio, co 'l dolcemente frenarlo se lo ritien congiunto, e non come se in un duro intoppo avesse urtato, da sé lo lascia fuggire: ché quando amendue le canne urtassero in un ritegno che le fermasse, io credo che la pietra parimente scapperebbe dall'una e dall'altra, ancorché i movimenti loro fussero egualmente veloci.

Sagr. Con licenzia del signor Salviati, risponderò io alcuna cosa al signor Simplicio, poiché egli a me si è rivoltato: e dico che nel suo discorso vi è del buono e del cattivo; buono, perché quasi tutto è vero; cattivo, perché non fa in tutto al proposito nostro. Verissimo è, che quando quello che con velocità porta le pietre, urtasse in un ritegno immobile, esse con impeto scorrerebbero innanzi, seguendone quell'effetto che tutto il giorno si vede accadere in una barca che, scorrendo velocemente, arreni o urti in qualche ostacolo, che tutti quelli che vi son dentro, colti all'improvviso, repentinamente traboccano e cascano verso dove correva il navilio; e quando il globo terrestre incontrasse un intoppo tale che del tutto resistesse alla sua vertigine e la fermasse, allora sì ch'io credo che non solamente le fiere, gli edifizii e le città, ma le montagne, i laghi e i mari si sovvertirebbero, e pur che il globo stesso non si dissipasse: ma niente di questo fa al proposito nostro, che parliamo di quel che possa seguire al moto della Terra girata uniformemente e placidamente in se stessa, ancorché con velocità grande. Quello parimente che voi dite delle canne, è in parte vero, ma non fu portato dal signor Salviati come cosa che puntualmente si assesti alla materia di cui trattiamo, ma solamente come un esempio che così alla grossa possa destarci la mente a più accuratamente considerare, se crescendosi la velocità in qualsivoglia modo, con l'istessa proporzione si

accresca la causa della proiezione, sì che, verbigrazia, se una ruota di dieci braccia di diametro, movendosi in maniera che un punto della sua circonferenza passasse in un minuto d'ora cento braccia, e perciò avesse impeto di scagliare una pietra, tale impeto si accresce centomila volte in una ruota che avesse un milion di braccia di diametro; il che nega il signor Salviati, ed io inclino a creder l'istesso; ma non ne sapendo la ragione, l'ho da esso richiesta, e con desiderio la sto attendendo.

Sal. Eccomi per darvi quella sodisfazione che dalle mie forze mi sarà conceduta; e benché nel mio primo parlare vi sia per parer ch'io vadia ricercando cose aliene dal proposito nostro, tuttavia credo che nel progresso del ragionamento troverremo che pur non saranno tali. Però dicami il signor Sagredo in quali cose egli ha osservato consister la resistenza di alcun mobile all'esser mosso.

Sagr. Io per adesso non veggo esser nel mobile resistenza interna all'esser mosso se non la sua naturale inclinazione e propensione al moto contrario, come ne' corpi gravi, che hanno propensione al moto in giù, la resistenza è al moto in su: ed ho detto *resistenza interna*, perché di questa credo che voi intendiate, e non dell'esterne, che sono accidentali e molte.

Sal. Così ho voluto dire, e la vostra perspicacità ha prevalso al mio avvedimento. Ma s'io sono stato scarso nell'interrogare, dubito che il signor Sagredo non abbia, con la risposta, adequata a pieno la domanda, e che nel mobile, oltre alla naturale inclinazione al termine contrario, sia un'altra pure intrinseca e naturale qualità che lo faccia renitente al moto. Però ditemi di nuovo: non credete voi che l'inclinazione, verbigrazia, de i gravi di muoversi in giù sia eguale alla resistenza de i medesimi all'essere spinti in su?

Sagr. Credo che ella sia tale per l'appunto; e per questo veggo nella bilancia due pesi eguali restar fermi nell'equilibrio, resistendo la gravità dell'uno all'esser alzato alla gravità con la quale l'altro, premendo in giù, alzar lo vorrebbe.

Sal. Benissimo; sì che a voler che l'uno alzasse l'altro, bisognerebbe accrescer peso al premente, o scemarlo all'altro.

Ma se nella sola gravità consiste la resistenza al moto in su, onde avviene che nella bilancia di braccia diseguali, cioè nella stadera, talvolta un peso di cento libbre, co 'l suo gravare in giù, non è bastante a alzarne uno di quattro libbre, che gli contrasterà; e potrà questo di quattro, abbassandosi, alzare quello di cento? ché tale è l'effetto del romano verso il grave peso che noi vogliam pesare. Se la resistenza all'esser mosso risiede nella sola gravità, come può il romano, co 'l suo peso di quattro libbre sole, resistere al peso di una balla di lana o di seta, che sarà ottocento o mille, anzi pure potrà egli vincere co 'l suo momento la balla e sollevarla? Bisogna pur, signor Sagredo, dire che qui si lavori con altra resistenza e con altra forza, che con quella della semplice gravità.

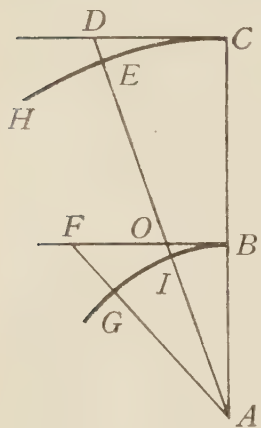
Sagr. È necessario che sia così: però ditemi qual è questa seconda virtù.

Sal. È quello che non era nella bilancia di braccia eguali. Considerate qual novità è nella stadera, ed in questa di necessità consiste la causa del nuovo effetto.

Sagr. Credo che 'l vostro tentare mi abbia fatto sovvenir non so che. In amendue gli strumenti si lavora co 'l peso e co 'l moto: nella bilancia i movimenti sono eguali, e però l'un peso bisogna che superi l'altro in gravità per muoverlo; nella stadera il peso minore non moverà il maggiore se non quando questo si muova poco, essendo appeso nella minor distanza, e quello si muova molto, pendendo da distanza maggiore: bisogna dunque dire che 'l minor peso superi la resistenza del maggiore co 'l muoversi molto, mentre l'altro si muova poco.

Sal. Che tanto è quanto a dire che la velocità del mobile meno grave compensa la gravità del mobile più grave e meno veloce.

Sagr. Ma credete voi che la velocità ristori per l'appunto la gravità? cioè che tanto sia il momento e la forza di un mobile, verbigrazia, di quattro libbre di peso, quanto quella di un di cento, qualunque volta quello avesse cento gradi di velocità e questo quattro gradi solamente?

Sal. Certo sì, come io vi potrei con molte esperienze mostrare: ma per ora bastivi la confermazione di questa sola della stadera, nella quale voi vedrete il poco pesante romano allora poter sostenere ed equilibrare la gravissima balla, quando la sua lontananza dal centro, sopra il quale si sostiene e volgesi la stadera, sarà tanto maggiore dell'altra minor distanza dalla quale pende la balla, quanto il peso assoluto della balla è maggior di quel del romano. E di questo non poter la gran balla co 'l suo peso sollevare il romano, tanto men grave, altro non si vede poterne esser cagione che la disparità de i movimenti che e quella e questo far dovrebbero, mentre che la balla con l'abbassarsi un sol dito facesse alzare il romano cento dita (posto che la balla pesasse per cento romani, e la distanza del romano dal centro della stadera fusse cento volte più della distanza tra 'l medesimo centro e 'l punto della sospension della balla): il muoversi poi lo spazio di cento dita il romano, nel tempo che la balla si muove per un sol dito, è l'istesso che 'l dire, esser la velocità del moto del romano cento volte maggior della velocità del moto della balla. Ora fermatevi bene nella fantasia, come principio vero e notorio, che la resistenza che viene dalla velocità del moto compensa quello che depende dalla gravità d'un altro mobile: sì che, in conseguenza, tanto resiste all'esser frenato un mobile d'una libbra, che si muova con cento gradi di velocità, quanto un altro mobile di cento libbre, la cui velocità sia d'un grado solo; ed all'esser mossi due mobili eguali resisteranno egualmente, se si avranno a far muovere con egual velocità; ma se uno doverà esser mosso più velocemente dell'altro, farà maggior resistenza, secondo la maggior velocità che se gli vorrà conferire. Dichiarate queste cose, venghiamo all'esplicazion del nostro problema: e per più facile intelligenza facciamone un poco di figura. E siano due ruote diseguali intorno a questo centro A, e della minore sia la circonferenza $B\ G$, e della maggiore $C\ E\ H$, ed il semidiametro $A\ C\ B$ sia eretto all'orizonte, e per i punti B, C segniamo le rette linee tangenti $B\ F$, $C\ D$, e ne gli archi $B\ G$, $C\ E$ sieno prese due parti eguali $B\ G$, $C\ E$; ed intendasi le due ruote esser girate

sopra i lor centri con eguali velocità, sì che due mobili, li quali sariano, verbigrazia, due pietre, poste ne' punti *B* e *C*, vengano portate per le circonferenze *B G*, *C E* con eguali velocità, talché nell'istesso tempo che la pietra *B* scorrerebbe per l'arco *B G*, la pietra *C* passerebbe l'arco *C E*: dico adesso che la vertigine della minor ruota è molto più potente a far la proiezion della pietra *B*, che non è la vertigine della maggior ruota della pietra *C*. Imperocché dovendosi, come già si è dichiarato, far la proiezione per la tangente, quando le pietre *B*, *C* dovessero separarsi dalle lor ruote e cominciare il moto della proiezione da i punti *B*, *C*, verrebbero dall'impeto concepito dalla vertigine scagliate per le tangenti *B F*, *C D*: per le tangenti dunque *B F*, *C D* hanno, le due pietre, eguali impeti di scorrere, e vi scorrerebbero se da qualche altra forza non ne fussero deviate. Non sta così, signor Sagredo?

D C E H F O B I G A

Sagr. Così mi par che cammini il negozio.

Sal. Ma qual forza vi par che possa esser quella che devii le pietre dal muoversi per le tangenti, dove l'impeto della vertigine veramente le caccia?

Sagr. È o la propria gravità, o qualche colla che le ritien posate o attaccate sopra le ruote.

Sal. Ma a deviare un mobile dal moto dove egli ha impeto, non ci vuol egli maggior forza o minore, secondo che la deviazione ha da esser maggiore o minore? cioè, secondoché nella deviazione egli dovrà nell'istesso tempo passar maggiore o minore spazio?

Sagr. Sì, perché già di sopra fu concluso che a far muovere un mobile, con quanta maggior velocità si ha da far muovere, tanto bisogna che sia maggiore la virtù movente.

Sal. Ora considerate come per deviar la pietra della minor ruota dal moto della proiezione, che ella farebbe per la tangente *B F*, e ritenerla attaccata alla ruota, bisogna che la propria gravità la ritiri per quanto è lunga la segante *F G*, o vero la perpendicolare tirata dal punto *G* sopra la

linea *B F*; dove che nella ruota maggiore il ritiramento non ha da esser più che si sia la segante *D E*, o vero la perpendicolare tirata dal punto *E* sopra la tangente *D C*, minor assai della *F G*, e sempre minore e minore secondo che la ruota si facesse maggiore: e perché questi ritiramenti si hanno a fare in tempi eguali, cioè mentre che si passano li due archi eguali *B G*, *C E*, quello della pietra *B*, cioè il ritiramento *F G*, doverà esser più veloce dell'altro *D E*, e però molto maggior forza si ricercherà per tener la pietra *B* congiunta alla sua piccola ruota, che la pietra *C* alla sua grande; ch'è il medesimo che dire, che tal poca cosa impedirà lo scagliamento nella ruota grande, che non lo proibirà nella piccola. È manifesto, dunque, che quanto più si cresce la ruota, tanto si scema la causa della proiezione.

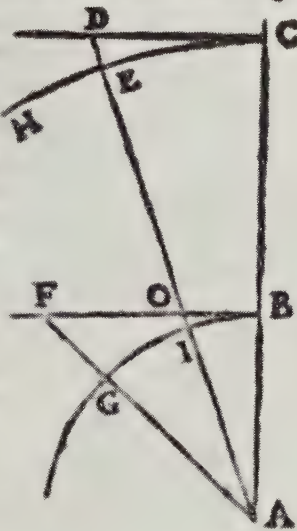
Sagr. Da questo che ora intendo mercé del vostro lungo sminuzzamento, mi par di poter far restar pago il mio intelletto con assai breve discorso: perché, venendo dalla velocità eguale delle due ruote impresso impeto eguale in amendue le pietre per le tangenti, si vede la gran circonferenza, co 'l poco separarsi dalla tangente, andar secondando in un certo modo e con dolce morso suavemente raffrenando nella pietra l'appetito, per così dire, di separarsi dalla circonferenza, sì che qualunque piccol ritegno, o della propria inclinazione o di qualche glutine, basta a mantenervela congiunta; il quale poi resta invalido a ciò poter fare nella piccola ruota, la quale, co 'l poco secondare la direzione della tangente, con troppa ingorda voglia cerca ritenere a sé la pietra, e non essendo il freno e 'l glutine più gagliardo di quello che manteneva l'altra pietra unita con la maggior ruota, si strappa la cavezza, e si corre per la tangente. Per tanto io non solamente resto capace dell'aver tutti quelli errato, che hanno creduto crescersi la cagione della proiezione secondo che si accresce la velocità della vertigine; ma di più vo considerando, che scemandosi la proiezione nell'accrescersi la ruota, tuttavoltaché si mantenga la medesima velocità in esse ruote, forse potrebbe esser vero che a voler che la gran ruota scagliasse come la piccola, bisognasse crescerle tanto di velocità, quanto se le cresce di diametro,

che sarebbe quando le intere conversioni si finissero in tempi eguali: e così si potrebbe stimare che la vertigine della Terra non più fusse bastante a scagliare le pietre, che qualsivoglia altra piccola ruota che tanto lentamente si girasse, che in ventiquattr'ore desse una sola rivolta.

Sal. Non voglio per ora che noi cerchiamo tant'oltre; basta che assai abbondantemente abbiamo (s'io non m'inganno) mostrato l'inefficacia dell'argumento, che nel primo aspetto pareva concludentissimo, e tale era stato stimato da grandissimi uomini: ed assai bene speso mi parrà il tempo e le parole, se anco nel concetto del signor Simplicio averò guadagnato qualche credenza, non dirò della mobilità della Terra, ma almanco del non esser l'opinion di coloro che la credono, tanto ridicola e stolta, quanto le squadre de' filosofi comuni la tengono.

Simpl. Le soluzioni addotte sin qui all'instanze fatte contro a questa diurna revoluzion della Terra, prese da i gravi cadenti dalla sommità d'una torre, e da i proietti a perpendicolo in su o secondo qualsivoglia inclinazione lateralmente, verso oriente, occidente, mezzogiorno o settentrione, etc., mi hanno in qualche parte scemata l'antiquata incredulità concepita contro a tale opinione: ma altre maggiori difficultà mi si aggirano adesso per la fantasia, dalle quali io assolutamente non mi saprei mai sviluppare, né forse credo che voi medesimi ve ne potrete disciorre; e può anco essere che venute non vi sieno all'orecchie, perché sono assai moderne. E queste sono le opposizioni di due autori [50] che *ex professo* scrivono contro al Copernico: le prime si leggono in un libretto di conclusioni naturali; le altre sono d'un gran filosofo e matematico insieme, inserte in un trattato che egli

[50] Cristoforo Scheiner, avversario di Galilei fin dal tempo della polemica sulla scoperta delle macchie solari (cfr. vol. I, pp. 327-408) pubblicò nel 1614 a Ingolstadt le *Disquisitiones mathematicae de controversiis et novitatibus astronomicis*; Scipione Chiaramonte (1565-1652) professore peripatetico di Pisa, scrisse l'*Antitycho* per polemizzare con le teorie di Tycho Brahe sulle comete; per questo Galilei, nel *Saggiatore*, lo trattò con rispetto (cfr. vol. I, p. 631), mentre nella terza giornata di questo *Dialogo* sarà particolarmente duro nei suoi confronti. Contro l'*Antitycho* Keplero scrisse l'*Hyperaspides*.

nostro problema, e per più facile intelligenza facciamone vn poco di figura. E siano due ruote disegualì intorno a questo centro A. e della minore sia la circonferenza BG. e della maggiore CEH. & il semidiametro ABC. sia eretto all'Orizonte, e per i punti BC. segniamo le rette linee tangenti BF. CD. e ne gli archi BG. CE. sieno prese due parti eguali BG. CE. & intendasi le due ruote esser girate sopra i lor centri con eguali velocità, sì che due mobili, li quali sariano verbigrazia due pietre poste ne punti B. e C. vengano portate per le circonferenze BG. CE. con eguali velocità, talchè nell'istesso tempo, che la pietra B. scorrerebbe per l'arco BG. la pietra C. passerebbe l'arco CE. Dico adesso, che la vertigine della minor ruota, è molto più potente a far la proiezion della pietra B. che non è la vertigine della maggior ruota della pietra C. Imperocchè douendosi, come già si è dichiarato far la proiezione per la tangente, quando le pietre B.C. douessero separarsi dalle lor ruote, e cominciare il moto della proiezione da i punti B.C. verrebbero dall'impeto concepito dalla vertigine scagliate per le tangenti BF. CD. Per le tangenti dunque BF. CD. hanno le due pietre eguali impeti di scorrere, e vi scorrerebbero, se da qualche altra forza non ne fussero deuiate; non sta così Sig. Sagredo?

SAGR. Così mi par, che cammini il negozio.

SALV. Ma qual forza vi par, che possa esser quella, che deuij le pietre dal muouersi per le tangenti, doue l'impeto della vertigine veramente le caccia?

SAGR. E, o la propria grauità, ò qualche colla, che le ritien posate, o attaccate sopra le ruote.

SALV. Ma a deuiare vn mobile dal moto, doue egli ha impeto, non ci vuol egli maggior forza, o minore, secondo che la deuiazione ha da esser maggiore, ò minore? cioè, secondochè nella deuiazione egli dourà nell'istesso tempo passar maggiore, ò minore spazio?

SAGR. Sì, perchè già di sopra fu concluso, che a far muouere vn

O 2 mobile;

Una pagina dell'edizione originale
del *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*

fa in grazia d'Aristotile e della sua opinione intorno all'inalterabilità del cielo, dove ei prova che non pur le comete, ma anco le stelle nuove, cioè quella del settantadua in Cassiopea e quella del seicentoquattro nel Sagittario, non erano altrimenti sopra le sfere de i pianeti, ma assolutamente sotto il concavo della Luna nella sfera elementare [51]; e ciò dimostra egli contro a Ticone, Keplero e molti altri osservatori astronomi, e gli abbatte con le loro armi medesime, cioè per via delle parallassi. Io, se vi è in piacere, produrrò le ragioni dell'uno e dell'altro, perché le ho lette più d'una volta con attenzione; e voi potrete esaminar la lor forza e dirne il vostro parere.

Sal. Essendoché il nostro principal fine è di produrre e ponderar tutto quello che è stato addotto in pro e contro a i due sistemi Tolemaico e Copernicano, non è bene passar cosa alcuna delle scritte in cotal materia.

Simpl. Comincerò dunque dall'instanze contenute nel libretto delle conclusioni, e poi verrò all'altre. Primieramente, dunque, l'autore con grand'acutezza va calcolando quante miglia per ora fa un punto della superficie terrestre posto sotto l'equinoziale, e quante si fanno da altri punti posti in altri paralleli; e non contento di investigar tali movimenti in tempi orarii, gli trova anco in un minuto d'ora, né contento del minuto, lo ritrova sino a uno scrupolo secondo; ma più, e' va insino a mostrar apertissimamente quante miglia farebbe in tali tempi una palla d'artiglieria, posta nel concavo dell'orbe lunare, suppostolo anco tanto grande quanto l'istesso Copernico se lo figura, per levar tutti i sutterfugii all'avversario: e fatta quest'ingegnosissima ed esquisitissima supputazione, dimostra che un grave cadente di lassù consumerebbe assai più di sei giorni per arrivar sino al centro della Terra, dove naturalmente tendono tutte le cose gravi. Ora, quando dall'assoluta potenza divina o da qualche angelo fusse miracolosamente trasferita lassù una grossissima palla di artiglieria, e posta nel nostro punto

[51] Per le stelle del 1572 e del 1604 cfr. vol. I, p. 598.

verticale e di lì lasciata in sua libertà, è ben, per suo e mio parere, incredibilissima cosa che ella nel descendere a basso si andasse sempre mantenendo nella nostra linea verticale, continuando di girare con la Terra intorno al suo centro per tanti giorni, descrivendo sotto l'equinoziale una linea spirale nel piano di esso cerchio massimo, e sotto altri paralleli linee spirali intorno a coni, e sotto i poli cadendo per una semplice linea retta. Stabilisce poi e conferma questa grand'improbabilità co 'l promover, per modo di interrogazioni, molte difficultà impossibili a rimuoversi da i seguaci del Copernico; e sono, se ben mi ricorda...

Sal. Piano un poco: di grazia, signor Simplicio, non vogliate avvilupparmi con tante novità in un tratto; io ho poca memoria, e però mi bisogna andar di passo in passo. E perché mi sovviene aver già voluto calcolare in quanto tempo un simil grave, cadendo dal concavo della Luna, arriverebbe nel centro della Terra, e mi par ricordare che il tempo non sarebbe sì lungo, sarà bene che voi ci dichiate con qual regola quest'autore abbia fatto il suo computo.

Simpl. Hallo fatto, per provare il suo intento *a fortiori*, vantaggioso assai per la parte avversa, supponendo che la velocità del cadente per la linea verticale verso il centro della Terra fusse eguale alla velocità del suo moto circolare fatto nel cerchio massimo del concavo dell'orbe lunare, al cui ragguaglio verrebbe a fare in un'ora dodicimila seicento miglia tedesche, cosa che veramente ha dell'impossibile; tuttavia, per abbondare in cautela e dar tutti i vantaggi alla parte, ei la suppone per vera, e conclude il tempo della caduta dovere ad ogni modo esser più di sei giorni.

Sal. E quest'è tutto il suo progresso? e con questa dimostrazione prova, il tempo di tal cascata dover esser più di sei giorni?

Sagr. Parmi che e' si sia portato troppo discretamente, poiché essendo in poter del suo arbitrio dar qual velocità gli piaceva a un tal cadente, ed in conseguenza farlo venire in Terra in sei mesi ed anco in sei anni, si è contentato di sei giorni. Ma di grazia, signor Salviati, racconciatemi un poco il gusto co 'l dirmi in qual maniera procedeva il vostro

computo, già che voi dite averlo altra volta fatto; ché ben son sicuro che se 'l quesito non ricercava qualche operazione spiritosa, voi non areste applicata la mente.

Sal. Non basta, signor Sagredo, che la conclusione sia nobile e grande, ma il punto sta nel trattarla nobilmente. E chi non sa che nel resecar le membra di un animale si possono scoprir meraviglie infinite della provida e sapientissima natura? tuttavia, per uno che il notomista ne tagli, mille ne squarta il beccaio; ed io, nel cercar ora di sodisfare alla vostra domanda, non so con quale delli due abiti sia per comparire in scena: pur, preso animo dalla comparsa dell'autor del signor Simplicio, non resterò di recitarvi (se mi sovverrà) il modo che io tenevo. Ma prima ch'io metta mano ad altro, non posso lasciar di dire che dubito grandemente che il signor Simplicio non abbia fedelmente referito il modo co 'l quale questo suo autore trova che la palla d'artiglieria, nel venir dal concavo della Luna sino al centro della Terra, consumerebbe più di sei giorni; perché, s'egli avesse supposto che la sua velocità nello scendere fusse stata eguale a quella del concavo (come dice il signor Simplicio che e' suppone), si sarebbe dichiarato ignudissimo anco delle prime e più semplici cognizioni di geometria: anzi mi maraviglio che l'istesso signor Simplicio nell'ammetter la supposizione ch'egli dice, non vegga l'esorbitanza immensa che in quella si contiene.

Simpl. Ch'io abbia equivocato nel riferirla, potrebbe essere; ma che io vi scuopra dentro fallacia, non è sicuramente.

Sal. Forse non ho ben appreso quel che avete riferito. Non dite voi che quest'autore fa la velocità del moto della palla nello scendere eguale a quella ch'ell'aveva nello andare in volta, stando nel concavo lunare, e che calando con tal velocità si condurrebbe al centro in sei giorni?

Simpl. Così mi par ch'egli scriva.

Sal. E non vedete un'esorbitanza sì grande? Ma voi certo la dissimulate: ché non può esser che non sappiate che 'l semidiametro del cerchio è manco che la sesta parte della circonferenza; e che in conseguenza il tempo nel quale

il mobile passerà il semidiametro, sarà manco della sesta parte del tempo nel quale, mosso con la medesima velocità, passerebbe la circonferenza; e che però la palla, scendendo con la velocità con la quale si muoveva nel concavo, arriverà in manco di quattr'ore al centro, posto che nel concavo compiesse una revoluzione in ore ventiquattro, come bisogna ch'ei supponga per mantenersi sempre nella medesima verticale.

Simpl. Intendo ora benissimo l'errore; ma non glie lo vorrei attribuire immeritamente, ed è forza ch'io abbia errato nel recitar il suo argomento: e per fuggir di non gli n'addossar de gli altri, vorrei avere il suo libro, e se ci fusse chi andasse a pigliarlo, l'averei molto caro.

Sagr. Non mancherà un lacché, che anderà volando; ed appunto si farà senza perdimento di tempo, ché intanto il signor Salviati ci favorirà del suo computo.

Simpl. Potrà andare, che lo troverà aperto su 'l mio banco insieme con quello dell'altro che pur argomenta contro al Copernico.

Sagr. Faremo portar quello ancora, per più sicurezza; ed in tanto il signor Salviati farà il suo calculo. Ho spedito un servitore.

Sal. Avanti di ogni altra cosa, bisogna considerare come il movimento de i gravi descendenti non è uniforme, ma partendosi dalla quiete vanno continuamente accelerandosi [52]; effetto conosciuto ed osservato da tutti, fuor che dal prefato autore moderno, il quale, non parlando di accelerazione, lo fa equabile. Ma questa general cognizione è di niun profitto, quando non si sappia secondo qual proporzione sia fatto questo accrescimento di velocità, conclusione stata sino a i tempi nostri ignota a tutti i filosofi, e primieramente

[52] Per le ricerche intorno alla caduta naturale dei gravi, condotte prima di Galilei cfr. la nota 41. Galilei giunse alla formulazione esatta della legge, dopo che nel 1604 aveva potuto stabilire la correlazione tra spazi percorsi e tempi impiegati. Ma già in un frammento ai *Discorsi*, probabilmente contemporaneo alla lettera al Sarpi del 1604, con espressioni simili a quelle contenute in questo passo del *Dialogo*, si ritrova la giusta soluzione della legge.

ritrovata e dimostrata dall'Accademico, nostro comun amico: il quale, in alcuni suoi scritti non ancor pubblicati, ma in confidenza mostrati a me e ad alcuni altri amici suoi, dimostra come l'accelerazione del moto retto de i gravi si fa secondo i numeri impari *ab unitate*, cioè che segnati quali e quanti si voglino tempi eguali, se nel primo tempo, partendosi il mobile dalla quiete, averà passato un tale spazio, come, per esempio, una canna, nel secondo tempo passerà tre canne, nel terzo cinque, nel quarto sette, e così conseguentemente secondo i succedenti numeri caffi; che in somma è l'istesso che il dire che gli spazii passati dal mobile, partendosi dalla quiete, hanno tra di loro proporzione duplicata di quella che hanno i tempi ne' quali tali spazii son misurati, o vogliam dire che gli spazii passati son tra di loro come i quadrati de' tempi.

Sagr. Mirabil cosa sento dire. E di questo dite esserne dimostrazion matematica?

Sal. Matematica purissima, e non solamente di questa, ma di molte altre bellissime passioni attenenti a i moti naturali e a i proietti ancora, tutte ritrovate e dimostrate dall'amico nostro: ed io le ho vedute e studiate tutte con mio grandissimo gusto e meraviglia, vedendo suscitata una nuova cognizione intera, intorno ad un suggetto del quale si sono scritti centinaia di volumi; e né pur una sola dell'infinite conclusioni ammirabili che vi son dentro, è stata osservata e intesa da alcuno prima che dal nostro amico.

Sagr. Voi mi fate fuggir la voglia d'intender più oltre de i nostri cominciati discorsi, e solo sentire alcuna delle dimostrazioni che mi accennate; però, o ditemele al presente, o almeno datemi ferma parola di farne meco una particolare sessione, ed anco presente il signor Simplicio, se avrà gusto di sentire le passioni ed accidenti del primario effetto della natura.

Simpl. Averollo indubitatamente, ancorché, per quanto appartiene al filosofo naturale, io non credo che il descendere a certe minute particolarità sia necessario, bastando una general cognizione della definizion del moto e della distinzione di naturale e violento, equabile e accelerato, e

simili; ché quando questo non fusse bastato, io non credo che Aristotile avesse pretermesso di insegnarci tutto quello che fusse mancato.

Sal. Può essere. Ma non perdiamo più tempo in questo, ch'io prometto spenderci una meza giornata appartatamente per vostra sodisfazione, anzi pur ora mi sovviene avervi un'altra volta promesso di darvi questa medesima sodisfazione. E tornando al nostro cominciato calcolo del tempo nel quale il grave cadente verrebbe dal concavo della Luna sino al centro della Terra, per proceder non arbitrariamente e a caso, ma con metodo concludentissimo, cercheremo prima di assicurarci, con l'esperienza più volte replicata, in quanto tempo una palla, verbigrazia, di ferro venga in Terra dall'altezza di cento braccia.

Sagr. Pigliando però una palla di un tal determinato peso, e quella stessa sopra la quale noi vogliamo far il computo del tempo della scesa dalla Luna.

Sal. Questo non importa niente, perché palle di una, di dieci, di cento, di mille libbre, tutte misureranno le medesime cento braccia nell'istesso tempo [53].

Simpl. Oh questo non cred'io, né meno lo crede Aristotile, che scrive che le velocità de i gravi descendenti hanno tra di loro la medesima proporzione delle loro gravità.

Sal. Come voi, signor Simplicio, volete ammetter cotesto per vero, bisogna che voi crediate ancora, che lasciate nell'istesso momento cader due palle della medesima materia, una di cento libbre e l'altra d'una, dall'altezza di cento braccia, la grande arrivi in Terra prima che la minore sia scesa un sol braccio: ora accomodate, se voi potete, il vostro cervello a imaginarsi di veder la gran palla giunta in Terra quando la piccola sia ancora a men d'un braccio vicina alla sommità della torre.

Sagr. Che questa proposizione sia falsissima, io non ne ho un dubbio al mondo; ma che anco la vostra sia totalmente vera, non ne son ben capace: tuttavia la credo, poiché

[53] Cfr. *Discorsi intorno a due nuove scienze*, p. 749.

voi risolutamente l'affermate; il che son sicuro che non fareste quando non ne aveste certa esperienza o ferma dimostrazione.

Sal. Honne l'una e l'altra, e quando tratteremo la materia de i moti separatamente, ve la comunicherò: intanto, per non avere occasione di più interrompere il filo, ponghiamo di voler fare il computo sopra una palla di ferro di cento libbre, la quale per replicate esperienze scende dall'altezza di cento braccia in cinque minuti secondi d'ora. E perché, come vi ho detto, gli spazii che si misurano dal cadente, crescono in duplicata proporzione, cioè secondo i quadrati de' tempi, essendoché il tempo di un minuto primo è duodecuplo del tempo di cinque secondi, se noi multiplicheremo le cento braccia per il quadrato di 12, cioè per 144, averemo 14400, che sarà il numero delle braccia che il mobile medesimo passerà in un minuto primo d'ora; e seguitando la medesima regola, perché un'ora è 60 minuti, multiplicando 14400, numero delle braccia passate in un minuto, per il quadrato di 60, cioè per 3600, ne verrà 51840000, numero delle braccia da passarsi in un'ora, che sono miglia 17280. E volendo sapere lo spazio che si passerebbe in 4 ore, multiplicheremo 17280 per 16 (che è il quadrato di 4), e ce ne verranno miglia 276480: il qual numero è assai maggiore della distanza dal concavo lunare al centro della Terra, che è miglia 196000, facendo la distanza del concavo 56 semidiametri terrestri, come fa l'autor moderno, ed il semidiametro della Terra 3500 miglia di braccia 3000 l'uno, quali sono le nostre miglia italiane. Adunque, signor Simplicio, quello spazio dal concavo della Luna al centro della Terra, che il vostro computista diceva non potersi passare se non in assai più di sei giorni, vedete come, facendo il computo sopra l'esperienza e non su per le dita, si passerebbe in assai meno di 4 ore; e facendo il computo esatto, si passa in ore 3, minuti primi 22, e 4 secondi [54].

[54] « Il calcolo del tempo della caduta di un grave dalla distanza della luna al centro della terra è fatto da Galilei nell'ipotesi che l'accelerazione della gravità abbia a quella distanza lo stesso valore g = 9 m, 8 al secondo

Sagr. Di grazia, caro Signor, non mi defraudate di questo calculo esatto, perché bisogna che sia cosa bellissima.

Sal. Tale è veramente. Però avendo (come ho detto) con diligente esperienza osservato come un tal mobile passa, cadendo, l'altezza di 100 braccia in 5 secondi d'ora, diremo: Se 100 braccia si passano in 5 secondi, braccia 588000000 (che tante sono 56 semidiametri della Terra) in quanti secondi si passeranno? La regola per quest'operazione è che si multiplichi il terzo numero per il quadrato del secondo; ne viene 14700000000, il quale si deve dividere per il primo, cioè per 100, e la radice quadrata del quoziente, che è 12124, è il numero cercato, cioè 12124 minuti secondi d'ora, che sono ore 3, minuti primi 22 e 4 secondi.

100	5	588000000	
A	B	C	25

1	14700000000	
22	35956	
	10	
241	60	12124
2422		202
24240		3

Sagr. Ho veduta l'operazione, ma non intendo niente della ragione del così operare, né mi par tempo adesso di domandarla.

Sal. Anzi ve la voglio dire, ancorché non la ricerchiate, perché è assai facile. Segniamo questi tre numeri con le lettere *A* primo, *B* secondo, *C* terzo; *A*, *C* sono i numeri de gli spazii, *B* è 'l numero del tempo: si cerca il quarto numero, pur del tempo. E perché noi sappiamo, che qual proporzione ha lo spazio *A* allo spazio *C*, tale deve avere il quadrato del tempo *B* al quadrato del tempo che si cerca, però, per la regola aurea, si multiplicherà il numero *C* per il quadrato del numero *B*, ed il prodotto si dividerà per il numero *A*, ed il quoziente sarà il quadrato del numero, che

che ha sulla superficie terrestre. In realtà l'accelerazione varia in ragione inversa del quadrato della distanza dal centro della Terra secondo la legge di Newton, e quindi alla distanza della Luna (60 raggi terrestri circa) vale g. 60^2. Tenendo conto della detta variazione si trova che il tempo di caduta è di quattro giorni e ore diciannove e mezza circa » (F. ENRIQUES, Introduzione a G. GALILEI, *Dialoghi dei massimi sistemi*, seconda e terza giornata, Roma, Sandron, 1945).

si cerca, e la sua radice quadrata sarà l'istesso numero cercato. Or vedete come è facile da intendersi.

Sagr. Tali sono tutte le cose vere, doppo che son trovate; ma il punto sta nel saperle trovare. Io resto capacissimo, e vi ringrazio; e se altra curiosità vi resta in questa materia, vi prego a dirla, perché, s'io debbo parlar liberamente, dirò, con licenzia del signor Simplicio, che da i vostri discorsi imparo sempre qualche bella novità, ma da quelli de' suoi filosofi non so d'aver sin ora imparato cose di gran rilievo.

Sal. Pur troppo ci resterebbe da dire in questi movimenti locali; ma conforme al convenuto ci riserberemo ad una sessione appartata, e per ora dirò qualche cosa attenente all'autor proposto dal signor Simplicio: al quale par d'aver dato un gran vantaggio alla parte del concederle che quella palla d'artiglieria, nel cader dal concavo della Luna, possa venir con velocità eguale alla velocità con la quale si sarebbe mossa in giro restando lassù e movendosi alla conversion diurna. Ora io gli dico che quella palla, cadendo dal concavo sino al centro, acquisterà grado di velocità assai più che doppio della velocità del moto diurno del concavo lunare; e questo mostrerò io con supposti verissimi, e non arbitrarii. Dovete dunque sapere, come il grave cadendo, ed acquistando sempre velocità nuova secondo la proporzione già detta, in qualunque luogo egli si trovi della linea del suo moto, ha in sé tal grado di velocità, che se ei continuasse di muoversi con quella uniformemente, senza più crescerla, in altrettanto tempo quanto è stato quello della sua scesa passerebbe spazio doppio del passato nella linea del precedente moto in giù: e così, per esempio, se quella palla nel venir dal concavo della Luna al suo centro ha consumato ore 3, minuti primi 22 e 4 secondi, dico che giunta al centro si trova costituita in tal grado di velocità, che se con quella, senza più crescerla, continuasse di muoversi uniformemente, passerebbe in altre ore 3, minuti primi 22 e 4 secondi il doppio di spazio, cioè quant'è tutto 'l diametro intero dell'orbe lunare. E perché dal concavo della Luna al centro sono miglia 196000, le quali la palla passa in ore 3, minuti primi 22 e 4 secondi, adunque (stante quello ch'è detto)

continuando la palla di muoversi con la velocità che si trova avere nell'arrivare al centro, passerebbe, in altre ore 3, minuti primi 22 e 4 secondi, spazio doppio del detto, cioè miglia 392000: ma la medesima, stando nel concavo della Luna, che ha di circuito miglia 1232000, e movendosi con quello al moto diurno, farebbe nel medesimo tempo, cioè in ore 3, minuti primi 22 e 4 secondi, miglia 172880, che sono assai manco che la metà delle miglia 392000. Ecco dunque come il moto nel concavo non è qual dice l'autor moderno, cioè di velocità impossibile a participarsi dalla palla cadente, etc.

Sagr. Il discorso camminerebbe benissimo e mi quieterebbe, quando mi fusse saldata quella partita del muoversi il mobile per doppio spazio del passato cadendo, in altro tempo eguale a quel della scesa, quando e' continuasse di muoversi uniformemente co 'l massimo grado della velocità acquistata nel descendere: proposizione anco un'altra volta da voi supposta per vera, ma non dimostrata.

Sal. Quest'è una delle dimostrate dal nostro amico, e la vedrete a suo tempo; ma in tanto voglio con alcune conietture, non insegnarvi cosa nuova, ma rimuovervi da una certa opinione contraria, mostrandovi che forse così possa essere. Sospendendosi con un filo lungo e sottile, legato al palco, una palla di piombo, se noi la allontaneremo dal perpendicolo, lasciandola poi in libertà, non avete voi osservato che ella declinando passerà spontaneamente di là dal perpendicolo poco meno che altrettanto [55]?

Sagr. L'ho osservato benissimo, e veduto (massime se la palla sarà grave assai) che ella sormonta tanto poco meno della scesa, che ho talvolta creduto che l'arco ascendente sia eguale al descendente, e però dubitato che le sue vibrazioni potessero perpetuarsi; e crederò che lo farebbero se si potesse levar l'impedimento dell'aria, la quale resistendo all'esser aperta, ritarda qualche poco ed impedisce il moto

[55] Che un corpo lasciato cadere liberamente da una certa altezza acquisti nella caduta tanta velocità da poter raggiungere la medesima altezza da cui era disceso è una notevole scoperta di Galilei che l'applicò a problemi di tecnica idraulica (cfr. vol. I, pp. 932-37).

del pendolo: ma l'impedimento è ben poco; di che è argomento il numero grande delle vibrazioni che si fanno avanti che il mobile si fermi del tutto.

Sal. Non si perpetuerebbe il moto, signor Sagredo, quando ben si levasse totalmente l'impedimento dell'aria, perché ve n'è un altro più recondito assai.

Sagr. E qual è? ché altro non me ne sovviene.

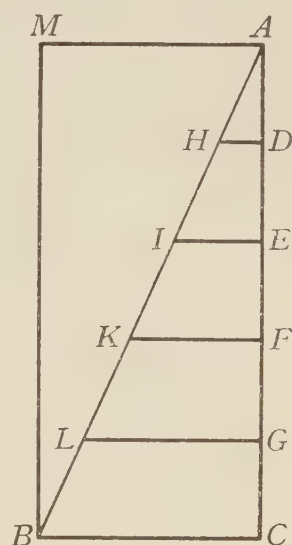
Sal. Vi gusterà il sentirlo, ma ve lo dirò poi; intanto seguitiamo. Io vi ho proposta l'osservazione di questo pendolo, acciò che voi intendiate che l'impeto acquistato nell'arco descendente, dove il moto è naturale, è per se stesso potente a sospignere di moto violento la medesima palla per altrettanto spazio nell'arco simile ascendente; è tale, dico, per se stesso, rimossi tutti gl'impedimenti esterni. Credo anco che senza dubitarne s'intenda, che sì come nell'arco descendente si va crescendo la velocità sino al punto infimo del perpendicolo, così da questo per l'altro arco ascendente si vadia diminuendo sino all'estremo punto altissimo, e diminuendo con l'istesse proporzioni con le quali si venne prima agumentando, sì che i gradi delle velocità ne i punti egualmente distanti dal punto infimo sieno tra di loro eguali. Di qui parmi (discorrendo con una certa convenienza) di poter credere, che quando il globo terrestre fusse perforato per il centro, una palla d'artiglieria scendendo per tal pozzo acquisterebbe sino al centro tal impeto di velocità, che trapassato il centro la spignerebbe in su per altrettanto spazio quanto fusse stato quello della caduta, diminuendo sempre la velocità oltre al centro con decrementi simili a gl'incrementi acquistati nello scendere; ed il tempo che si consumerebbe in questo secondo moto ascendente credo che sarebbe eguale al tempo della scesa. Ora, se il mobile co 'l diminuir successivamente, sino alla totale estinzione, il sommo grado della velocità che ebbe nel centro, conduce il mobile in tanto tempo per tanto spazio per quanto in altrettanto tempo era venuto con l'acquisto di velocità dalla total privazione di essa sino a quel sommo grado; par ben ragionevole che quando si movesse sempre co 'l sommo grado di velocità, trapassasse in altrettanto tempo amendue

quelli spazii: perché se noi andremo con la mente dividendo
quelle velocità in gradi crescenti e calanti, come, verbigra-
zia, questi numeri, sì che i primi sino al 10 sieno i crescenti,
e gli altri sino all'1 i calanti, e quelli, del tempo della 1
scesa, e gli altri, del tempo della salita, si vede che, 2
congiunti tutti insieme, fanno tanto quanto se una delle 3
due parti di loro fusse stata tutta di gradi massimi; e 4
però tutto lo spazio passato con tutti i gradi delle velo- 5
cità crescenti e calanti (che è tutto il diametro intero) 6
dev'esser eguale allo spazio passato dalle velocità mas- 7
sime che in numero sono la metà dell'aggregato delle 8
crescenti e delle calanti. Io mi conosco essermi assai du- 9
ramente spiegato, e Dio voglia ch'io mi lasci intendere. 10

Sagr. Credo d'avere inteso benissimo, ed anco di po- 10
ter in brevi parole mostrar ch'io ho inteso. Voi avete 9
voluto dire, che cominciando il moto dalla quiete ed an- 8
dando successivamente crescendo la velocità con agu- 7
menti eguali, quali sono quelli de' numeri conseguenti, 6
cominciando dall'unità, anzi dal zero, che rappresenta lo 5
stato di quiete, disponendogli così, e conseguentemente 4
quanti ne piacesse, sì che il minimo grado sia il zero e 3
'l massimo, verbigrazia, 5, tutti questi gradi di velocità, 2
con i quali il mobile si è mosso, fanno la somma di 15; 1
ma quando il mobile si movesse con tanti gradi in numero
quanti son questi, e che ciascheduno fusse eguale al mas-
simo, che è 5, l'aggregato di tutte queste velocità sa- 0
rebbe doppio dell'altre, cioè 30: e però movendosi il 1
mobile per altrettanto tempo, ma con velocità equabile 2
e qual è quella del sommo grado 5, doverà passare spa- 30
zio doppio di quello che passò nel tempo accelerato, che 4
cominciò dallo stato di quiete. 5

Sal. Voi conforme alla vostra velocissima e sottilissima apprensiva, avete spiegato il tutto assai più lucidamente di me, e fattomi anco venire in mente di aggiugnere alcuna cosa di più [56]. Imperocché, essendo nel moto accelerato l'agu-

[56] In questo intervento di Salviati si ritrova quasi per intero riprodotto il frammento ai *Discorsi* (VIII, p. 373) indicato nella nota n. 52.

mento continuo, non si può compartire i gradi della velocità, la quale sempre cresce, in numero alcuno determinato, perché, mutandosi di momento in momento, son sempre infiniti: però meglio potremo esemplificare la nostra intenzione figurandoci un triangolo, qual sarebbe questo *A B C*, pigliando nel lato *A C* quante parti eguali ne piacerà, *A D*, *D E*, *E F*, *F G*, e tirando per i punti *D*, *E*, *F*, *G* linee rette parallele alla base *B C*; dove voglio che ci imaginiamo, le parti segnate nella linea *A C* esser tempi eguali, e le parallele tirate per i punti *D*, *E*, *F*, *G* rappresentarci i gradi delle velocità accelerate e crescenti egualmente in tempi eguali, ed il punto *A* esser lo stato di quiete, dal quale partendosi il mobile abbia, verbigrazia, nel tempo *A D* acquistato il grado di velocità *D H*, nel seguente tempo aver cresciuta la velocità sopra il grado *D H* sino al grado *E I*, e conseguentemente fattala maggiore ne i tempi succedenti, secondo i crescimenti delle linee *F K*, *G L*, etc. Ma perché l'accelerazione si fa continuamente di momento in momento, e non intercisamente di parte quanta di tempo in parte quanta, essendo posto il termine *A* come momento minimo di velocità, cioè come stato di quiete e come primo instante del tempo susseguente *A D*, è manifesto che avanti l'acquisto del grado di velocità *D H*, fatto nel tempo *A D*, si è passato per altri infiniti gradi minori e minori, guadagnati ne gli infiniti instanti che sono nel tempo *D A*, corrispondenti a gli infiniti punti che sono nella linea *D A*: però per rappresentare la infinità de i gradi di velocità che precedono al grado *D H*, bisogna intendere infinite linee sempre minori e minori, che si intendano tirate da gl'infiniti punti della linea *D A*, parallele alla *D H*, la qual infinità di linee ci rappresenta in ultimo la superficie del triangolo *A H D*; e così intenderemo, qualsivoglia spazio passato dal mobile con moto che, cominciando dalla quiete, si vadia uniformemente accelerando, aver consumato ed essersi servito di infiniti

gradi di velocità crescenti, conforme all'infinite linee, che, cominciando dal punto *A*, si intendono tirate parallele alla linea *H D* ed alle *I E*, *K F*, *L G*, *B C*, continuandosi il moto quanto ne piace.

Ora finiamo l'intero parallelogrammo *A M B C*, e prolunghiamo sino al suo lato *B M* non solo le parallele segnate nel triangolo, ma la infinità di quelle che si intendono prodotte da tutti i punti del lato *A C*. E sì come la *B C* era massima delle infinite del triangolo, rappresentanteci il massimo grado di velocità acquistato dal mobile nel moto accelerato, e tutta la superficie di esso triangolo era la massa e la somma di tutta la velocità con la quale nel tempo *A C* passò un tale spazio, così il parallelogrammo viene ad esser una massa ed aggregato di altrettanti gradi di velocità, ma ciascheduno eguale al massimo *B C*, la qual massa di velocità viene a esser doppia della massa delle velocità crescenti del triangolo, sì come esso parallelogrammo è doppio del triangolo; e però, se il mobile che cadendo si è servito de i gradi di velocità accelerata, conforme al triangolo *A B C*, ha passato in tanto tempo un tale spazio, è ben ragionevole e probabile che servendosi delle velocità uniformi, e rispondenti al parallelogrammo, passi con moto equabile nel medesimo tempo spazio doppio al passato dal moto accelerato.

Sagr. Resto interamente appagato. E se voi chiamate questo un discorso probabile, quali saranno le dimostrazioni necessarie? Volesse Dio che in tutta la comune filosofia se ne trovasse pur una delle sì concludenti!

Simpl. Non bisogna nella scienza naturale ricercar la esquisita evidenza matematica [57].

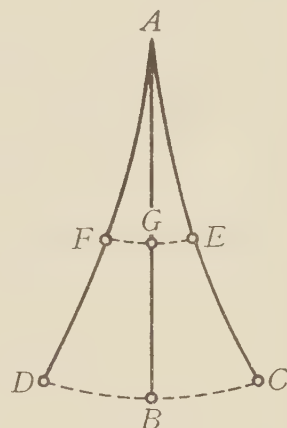
Sagr. Ma questa del moto non è quistion naturale? e pur non trovo che di esso Aristotile mi dimostri pur un minimo accidente. Ma non divertiamo più il nostro ragionamento;

[57] Galilei ritiene la matematica lo strumento di ricerca più sicuro e più adeguato alle nuove esigenze della scienza naturale, a differenza della logica, della quale dirà nei *Discorsi* cit. (p. 707) che serve più a verificare se i discorsi procedono in modo regolare che non a scoprire discorsi concludenti, e quindi « non arriva, quanto al destar la mente all'invenzione, all'acutezza della geometria ».

e voi, signor Salviati, non mancate in grazia di dirmi quello che mi accennaste esser cagione del fermare il pendolo, oltre alla resistenza del mezo all'esser aperto.

Sal. Ditemi: di due pendenti da distanze diseguali, quello che è attaccato a più lunga corda non fa le sue vibrazioni più rare?

Sagr. Sì, quando si movessero per eguali distanze dal perpendicolo.

Sal. Cotesto allontanarsi più o meno non importa niente, perché il medesimo pendolo fa le sue reciprocazioni sempre sotto tempi eguali, sieno quelle lunghissime o brevissime; cioè rimuovasi il pendolo assaissimo o pochissimo dal perpendicolo; e se pur non sono del tutto eguali, son elleno insensibilmente differenti, come l'esperienza vi può mostrare; ma quando ben le fussero molto diseguali, non disfavorirebbe, ma favorirebbe la causa nostra. Imperocché segniamo il perpendicolo *A B*, e penda dal punto *A* nella corda *A C* un peso *C*, ed un altro pur nella medesima più alto, che sia *E*; e discostata la corda *A C* dal perpendicolo, e lasciata poi in libertà, i pesi *C*, *E* si moveranno per gli archi *C B D*, *E G F*: ed il peso *E*, come pendente da minor distanza, ed anco come (per vostro detto) allontanato meno, vuol ritornare indietro più presto e far le sue vibrazioni più frequenti che il peso *C*, e però gli impedirà il trascorrere tant'oltre verso il termine *D* quanto farebbe se fusse libero; e così, recandogli in ogni vibrazione continuo impedimento, finalmente lo ridurrà alla quiete. Ora, la corda medesima (levando i pesi di mezo) è un composto di molti pendoli gravi, cioè ciascheduna delle sue parti è un tal pendolo, attaccato più e più vicino al punto *A* e però disposto a far le sue vibrazioni sempre più e più frequenti; ed in conseguenza è abile ad arrecare un continuo impedimento al peso *C*. Segno di questo ne è, che se noi osserveremo la corda *A C*, la vedremo distesa non rettamente, ma in arco; e se noi in cambio

di corda piglieremo una catena, vedremo tale effetto assai più manifesto, e massime con l'allontanar assai il grave *C* dal perpendicolo *A B*: imperocché, per esser la catena composta di molte particelle snodate, e ciascheduna assai grave, gli archi *A E C*, *A F D* si vedranno notabilmente incurvati. Per questo dunque, che le parti della catena, secondo che son più vicine al punto *A*, voglion far le lor vibrazioni più frequenti, non lasciano scorrer le più basse quanto naturalmente farebbero; e con il continuo detrar dalle vibrazioni del peso *C*, finalmente lo fermano, quando ben l'impedimento dell'aria si potesse tor via.

Sagr. Appunto sono arrivati i libri. Pigliate, signor Simplicio, e trovate il luogo del quale si dubita.

Simpl. Eccolo qui, dove egli incomincia ad argumentar contro al moto diurno della Terra, avendo egli prima confutato l'annuo: « Motus Terræ annuus asserere Copernicanos cogit conversionem eiusdem quotidianam; alias idem Terræe hemispherium continenter ad Solem esset conversum, obumbrato semper averso »[58]; e così la metà della Terra non vedrebbe mai il Sole.

Sal. Parmi, per questo primo ingresso, che quest'uomo non si sia ben figurata la posizion del Copernico; perché s'egli avesse avvertito, come e' fa star l'asse del globo terrestre perpetuamente parallelo a se stesso, non arebbe detto che la metà della Terra non vedrebbe mai il Sole, ma che l'anno sarebbe stato un sol giorno naturale, cioè che per tutte le parti della Terra si sarebbe auto sei mesi di giorno e sei mesi di notte, come ora accade a gli abitatori sotto 'l polo. Ma questo siagli perdonato, e venghiamo al resto.

Simpl. Segue: « Hanc autem gyrationem Terræ impossibilem esse, sic demonstramus. »[59] Questo appresso è la dichiarazione della seguente figura, dove si veggono dipinti

[58] « Il moto annuo della Terra obbliga i copernicani ad ammettere una sua rotazione quotidiana; altrimenti sarebbe rivolto al sole sempre lo stesso emisfero della Terra, mentre l'altro rimarrebbe sempre nell'ombra ».

[59] « Che poi questa rotazione della Terra sia impossibile noi lo dimostriamo così ».

molti gravi descendenti, e leggieri ascendenti, e uccelli che si trattengono per aria, etc.

Sagr. Mostrate, di grazia. Oh che belle figure, che uccelli, che palle, e che altre belle cose son queste?

Simpl. Queste son palle che vengono dal concavo della Luna.

Sagr. E questa che è?

Simpl. È una chiocciola, che qua a Venezia chiaman *buovoli*, che ancor essa vien dal concavo della Luna.

Sagr. Sì, sì; quest'è che la Luna ha così grand'efficacia sopra questi pesci ostreacei, che noi chiamiamo pesci *armai*.

Simpl. Quest'è poi quel calcolo ch'io dicevo, di questo viaggio in un giorno naturale, in un'ora, in un minuto primo ed in un secondo, che farebbe un punto della Terra posto sotto l'equinoziale, ed anco nel parallelo di 48 gradi. E poi segue questo, dov'io dubito non avere errato nel referirlo; però leggiamolo: « His positis, necesse est, Terra circulariter mota, omnia ex aëre eidem etc. Quod si hasce pilas æquales ponemus pondere, magnitudine, gravitate, et in concavo spheræ lunaris positas libero descensui permittamus, si motum deorsum æquemus celeritate motui circum (quod tamen secus est, cum pila *A* etc.), elabentur minimum (ut multum cedamus adversariis) dies sex: quo tempore sexies circa Terram » etc. [60]

Sal. Voi pur troppo avevi fedelmente referita l'instanza di quest'uomo. Di qui potete comprender, signor Simplicio, con quanta cautela dovrebber andar quelli che vorrebber dar a credere altrui quelle cose che forse non credono essi medesimi: perché mi pare impossibil cosa che quest'autore non si avesse ad accorgere ch' e' si figurava un cerchio, il cui diametro, che appresso i matematici è manco che la terza

[60] « Posti questi princìpi, è necessario che, mossa la Terra circolarmente, tutto a causa della aria ecc. Se poi riteniamo queste sfere eguali di peso, grandezza, gravità e concediamo che possano discendere liberamente, poste nel cavo della sfera lunare, se facciamo eguali per velocità il moto in giù e quello circolare (ciò che sta diversamente, poiché la sfera *A* ecc.) cadranno almeno sei giorni (per concedere molto all'avversario): nel qual tempo sei volte intorno alla Terra » ecc.

parte della circonferenza, fusse più di 12 volte maggiore della medesima; errore che pone esser assai più di 36 quello ch'è manco d'uno.

Sagr. Forse che queste proporzioni matematiche, che son vere in astratto, applicate poi in concreto a cerchi fisici ed elementari non rispondon così per appunto: se ben mi pare che i bottai, per trovare il semidiametro del fondo da farsi per la botte, si servono della regola in astratto de' matematici, ancorché tali fondi sien cose assai materiali e concrete. Però dica il signor Simplicio la scusa di quest'autore, e se gli pare che la fisica possa differir tanto dalla matematica.

Simpl. La ritirata non mi par suffiziente, perché lo svario è troppo grande: e in questo caso non saprei che dire altro, se non che *quandoque bonus* etc. Ma posto che il calcolo del signor Salviati sia più giusto, e che il tempo della scesa della palla non fusse più di tre ore, parmi ad ogni modo che venendo dal concavo della Luna, distante per sì grand'intervallo, mirabil cosa sarebbe che ella avesse instinto da natura di mantenersi sempre sopra 'l medesimo punto della Terra al quale nella sua partita ella soprastava, e non più tosto restar in dietro per lunghissimo intervallo.

Sal. L'effetto può esser mirabile, e non mirabile, ma naturale e ordinario, secondo che sono le cose precedenti. Imperocché, se la palla (conforme a' supposti che fa l'autore) mentre si tratteneva nel concavo della Luna aveva il moto circolare delle ventiquattr'ore insieme con la Terra e co 'l resto del contenuto dentro ad esso concavo, quella medesima virtù che la faceva andare in volta avanti lo scendere, continuerà di farla andar anco nello scendere; e *tantum abest* che ella non sia per secondare il moto della Terra, ma debba restare indietro, che più tosto dovrebbe prevenirlo, essendoché nell'avvicinarsi alla Terra il moto in giro ha da esser fatto continuamente per cerchi minori: talché, mantenendosi nella palla quella medesima velocità che ell'aveva nel concavo, dovrebbe anticipare, come ho detto, la vertigine della Terra. Ma se la palla nel concavo mancava della circolazione, non è in obbligo nello scendere di

mantenersi perpendicolarmente sopra quel punto della Terra che gli era sottoposto quando la scesa cominciò; né il Copernico né alcuno de' suoi aderenti lo dirà.

Simpl. Ma l'autore farà instanza, come voi vedete, domandando da qual principio dependa questo moto circolare de' gravi e de' leggieri, cioè se da principio interno o esterno.

Sal. Stando nel problema di che si tratta, dico che quel principio che faceva andar la palla in volta mentre era nel concavo lunare, è il medesimo che gli mantiene la circolazione anco nello scendere: lascerò poi che l'autore lo faccia interno o esterno a modo suo.

Simpl. L'autore proverà che non può esser né interno né esterno.

Sal. Ed io risponderò che la palla nel concavo non si muoveva, e sarò libero dal dover dichiarare come discendendo resti sempre verticale al medesimo punto, attesoché ella non vi resterà.

Simpl. Bene; ma come i gravi e i leggieri non possono aver principio né interno né esterno di muoversi circolarmente, né anco il globo terrestre si muoverà di moto circolare; e così avremo l'intento.

Sal. Io non ho detto che la Terra non abbia principio né esterno né interno al moto circolare, ma dico che non so qual de' dua ella si abbia; ed il mio non lo sapere non ha forza di levarglielo. Ma se questo autore sa da che principio sieno mossi in giro altri corpi mondani, che sicuramente si muovono, dico che quello che fa muover la Terra è una cosa simile a quella per la quale si muove Marte, Giove, e che e' crede che si muova anco la sfera stellata; e se egli mi assicurerà chi sia il movente di uno di questi mobili, io mi obbligo a sapergli dire chi fa muover la Terra. Ma più, io voglio far l'istesso s'ei mi sa insegnare chi muova le parti della Terra in giù.

Simpl. La causa di quest'effetto è notissima, e ciaschedun sa che è la gravità.

Sal. Voi errate, signor Simplicio; voi dovevi dire che ciaschedun sa ch'ella si chiama gravità. Ma io non vi do-

mando del nome, ma dell'essenza della cosa[61]: della quale essenza voi non sapete punto più di quello che voi sappiate dell'essenza del movente le stelle in giro, eccettuatone il nome, che a questa è stato posto e fatto familiare e domestico per la frequente esperienza che mille volte il giorno ne veggiamo; ma non è che realmente noi intendiamo più, che principio o che virtù sia quella che muove la pietra in giù, di quel che noi sappiamo chi la muova in su, separata dal proiciente, o chi muova la Luna in giro, eccettoché (come ho detto) il nome, che più singulare e proprio gli abbiamo assegnato di *gravità*, doveché a quello con termine più generico assegnamo *virtù impressa*, a quello diamo *intelligenza*, o *assistente*, o *informante*, ed a infiniti altri moti diamo loro per cagione la *natura*.

Simpl. Parmi che quest'autore domandi assai manco di quello a che voi negate la risposta; poiché e' non vi chiede qual sia particolarmente e nominatamente il principio che muove i gravi e i leggieri in giro, ma, qualunque e' si sia, cerca solamente se voi lo stimate intrinseco o estrinseco: che se bene, verbigrazia, io non so che cosa sia la gravità, per la quale la Terra descende, so però ch'ell'è principio interno, poiché, non impedito, spontaneamente muove; ed all'incontro so che il principio che la muove in su, è esterno, ancorché io non sappia che cosa sia la virtù impressale dal proiciente.

Sal. In quante quistioni bisognerebbe divertire, se noi volessimo decidere tutte le difficultà che si vengono attaccando l'una in conseguenza dell'altra! Voi chiamate principio esterno, ed anco lo chiamerete preternaturale e violento, quello che muove il proietto grave all'insù; ma forse non è egli meno interno e naturale che quello che lo muove in giù: può chiamarsi per avventura esterno e violento mentre il mobile è congiunto co 'l proiciente; ma separato, che cosa esterna rimane per motore della freccia o della palla?

[61] « Il tentar l'essenza, l'ho per impresa non meno impossibile e per fatica non men vana nelle prossime sustanze elementari che nelle remotissime e celesti... » (*Lettere sulle macchie solari*, vol. I, p. 374).

Bisogna pur necessariamente dire che quella virtù che la conduce in alto, sia non meno interna che quella che la muove in giù; ed io ho così per naturale il moto in su de i gravi per l'impeto concepito, come il moto in giù dependente dalla gravità.

Simpl. Questo non ammetterò io mai; perché questo ha il principio interno naturale e perpetuo, e quello, esterno violento e finito.

Sal. Se voi vi ritirate dal concedermi che i principii de i moti de i gravi in giù ed in su sieno egualmente interni e naturali, che fareste s'io vi dicessi che e' potessero anco essere il medesimo in numero?

Simpl. Lo lascio giudicare a voi.

Sal. Anzi voglio io voi stesso per giudice. Però ditemi: credete voi che nel medesimo corpo naturale possano riseder principii interni che siano tra di loro contrarii?

Simpl. Credo assolutamente di no.

Sal. Della terra, del piombo, dell'oro, ed in somma delle materie gravissime, quale stimate voi che sia la lor naturale intrinseca inclinazione, cioè a qual moto credete voi che 'l lor principio interno le tiri?

Simpl. Al moto verso il centro delle cose gravi, cioè al centro dell'universo e della Terra, dove, non impedite, si condurrebbero.

Sal. Talché, quando il globo terrestre fusse perforato da un pozzo che passasse per il centro di esso, una palla d'artiglieria lasciata cader per esso, mossa da principio naturale ed intrinseco, si condurrebbe al centro; e tutto questo moto farebbe ella spontaneamente e per principio intrinseco: non sta così?

Simpl. Così tengo io per fermo.

Sal. Ma giunta al centro, credete voi ch'ella passasse più oltre, o pur che quivi cesserebbe immediatamente dal moto?

Simpl. Credo che ella continuerebbe di muoversi per lunghissimo spazio.

Sal. Ma questo moto oltre al centro non sarebb'egli all'insù e, per vostro detto, preternaturale e violento? e da qual altro principio lo farete voi dependere, salvoché da

quell'istesso che ha condotta la palla al centro, e che voi avete chiamato intrinseco e naturale? trovate voi un proiciente esterno, che gli sopraggiunga di nuovo per cacciarla in su. E questo che si dice del moto per il centro, si vede anco quassù da noi: imperocché l'impeto interno di un grave cadente per una superficie declive, se la medesima, piegandosi da basso, si rifletterà in su, lo porterà, senza punto interrompere il moto, anco all'insù. Una palla di piombo pendente da uno spago, rimossa dal perpendicolo, descende spontaneamente, tirata dall'interna inclinazione, e senza interpor quiete trapassa il punto infimo, e senz'altro sopravvegnente motore si muove in su. Io so che voi non negherete che tanto è naturale ed interno de i gravi il principio che gli muove in giù, quanto de i leggieri quello che gli muove in su: onde io vi metto in considerazione una palla di legno, la quale scendendo per aria da grande altezza, e però movendosi da principio interno, giunta sopra una profondità d'acqua, continua la sua scesa, e senz'altro motore esterno per lungo tratto si sommerge; e pure il moto in giù per l'acqua gli è preternaturale, e con tutto ciò depende da principio che è interno, e non esterno della palla. Eccovi dunque dimostrato come un mobile può esser mosso, da uno stesso principio interno, di movimenti contrarii.

Simpl. Io credo che a tutte queste instanze ci sieno risposte, benché per ora non mi sovvengano. Ma comunque ciò sia, continua l'autor di domandar da quel principio dependa questo moto circolare de i gravi e de i leggieri, cioè se da principio interno o esterno, e seguendo dimostra che non può esser né l'uno né l'altro, dicendo: « Si ab externo, Deusne illum excitat per continuum miraculum? an vero angelus? an aër? Et hunc quidem multi assignant. Sed contra... »[62]

Sal. Non vi affaticate in legger l'instanze, perch'io non son di quelli che attribuisca tal principio all'aria ambiente.

[62] « Se dall'esterno, ci sarà forse un Dio che lo eccita con un continuo miracolo? o un angelo? o l'aria? molti indicano appunto questo. Ma al contrario... »

Quanto poi al miracolo o all'angelo, più tosto inclinerei in quella parte; perché quello che comincia da divino miracolo o da operazione angelica, qual è la trasportazione d'una palla d'artiglieria nel concavo della Luna, non ha dell'improbabile che in virtù del medesimo principio faccia anco il resto. Ma quanto all'aria, a me basta che ella non impedisca il moto circolare de i mobili che per essa si dice che si muovono; e per ciò fare, basta (né più si ricerca) che essa si muova dell'istesso moto, e che con la medesima velocità finisca le sue circolazioni che il globo terrestre.

Simpl. Ed egli insurgerà parimente contro a questo, domandando chi conduce intorno l'aria, la natura o la violenza? e confuta la natura, con dire che ciò è contro alla verità, all'esperienza, all'istesso Copernico.

Sal. Contro al Copernico non è altrimenti, il quale non scrive tal cosa, e quest'autor glie l'attribuisce con troppo eccesso di cortesia: anzi egli dice, e per mio parer dice bene che la parte dell'aria vicina alla Terra, essendo più presto evaporazion terrestre, può aver la medesima natura, e naturalmente seguire il suo moto, o vero, per essergli contigua, seguirla in quella maniera che i Peripatetici dicono che la parte superiore e l'elemento del fuoco seguono il moto del concavo della Luna; sì che a loro tocca a dichiarare se cotal moto sia naturale o violento.

Simpl. Replicherà l'autore, che se 'l Copernico fa muovere una parte dell'aria inferiore solamente, mancando di cotal moto la superiore, non potrà render ragione, come quell'aria quieta sia per poter condur seco i medesimi gravi e fargli secondare il moto della Terra.

Sal. Il Copernico dirà che questa propension naturale de i corpi elementari di seguire il moto terrestre ha una limitata sfera [63], fuor della quale cesserebbe tal naturale inclinazione; oltreché, come ho detto, non è l'aria quella che porta seco i mobili, i quali, sendo separati dalla Terra, seguano il suo moto; sì che cascano tutte le instanze che questo autor produce per provar che l'aria può non cagionar cotali effetti.

[63] È il limite rappresentato dall'attrazione della forza di gravità.

Simpl. Come dunque ciò non sia, bisognerà dire che tali effetti dependano da principio interno; contro alla qual posizione « oboriuntur difficillimæ, immo inextricabiles, quæstiones secundæ », che sono le seguenti: « Principium illud internum vel est accidens, vel substantia: si primum, quale nam illud? nam qualitas loco motiva circum hactenus nulla videtur esse agnita. » [64]

Sal. Come non si ha notizia di alcuna? non ci sono queste, che muovon intorno tutte queste elementari materie, insieme con la Terra? Vedete come quest'autore suppon per vero quello ch'è in quistione.

Simpl. Ei dice che ciò non si vede, e parmi che abbia ragione in questo.

Sal. Non si vede da noi, perché andiamo in volta insieme con loro.

Simpl. Sentite l'altra instanza: « Quæ etiam si esset, quomodo tamen inveniretur in rebus tam contrariis? in igne ut in aqua? in aëre ut in terra? in viventibus ut in anima carentibus? » [65]

Sal. Posto per ora che l'acqua e il fuoco sien contrarii, come anche l'aria e la terra (che pur ci sarebbe da dire assai), il più che da questo ne possa seguire, sarà che ad essi non possono esser comuni i moti che tra loro sien contrarii; sì che, verbigrazia, il moto in su, che naturalmente compete al fuoco, non possa competere all'acqua, ma che, sì come essa è per natura contraria al fuoco, così a lei convenga quel moto che è contrario al moto del fuoco, che sarà il moto *deorsum*: ma il moto circolare, che non è contrario né al *sursum* né al *deorsum*, anzi che si può mescolare con amendue, come il medesimo Aristotile afferma, perché non potrà egualmente competere a i gravi ed a i leggieri? I moti

[64] « Nascono difficilissime, anzi inestricabili, questioni seconde »... « Quel principio interno o è accidente, o è sostanza; se il primo, di quale specie sarà? Infatti al luogo non sembra essere riconosciuta alcuna qualità che lo faccia muovere circolarmente ».

[65] « Se anche ci fosse, come tuttavia trovarla fra tante contrarie? nel fuoco come nell'acqua? nell'aria come nella terra? nelle cose animate come nelle inanimate? »

poi che non posson esser comuni a i viventi ed a i non viventi, son quelli che dependon dall'anima; ma quelli che son del corpo, in quanto egli è elementare, ed in conseguenza participante delle qualità degli elementi, perché non hanno ad esser comuni al cadavero ed al vivente? E però, quando il moto circolare sia proprio degli elementi, dovrà esser comune de i misti ancora.

Sagr. È forza che quest'autor creda, che cadendo una gatta morta da una finestra, non possa esser che anco viva ci potesse cadere, non essendo cosa conveniente che un cadavero partecipi delle qualità che convengono ad un vivente.

Sal. Non conclude, dunque, il discorso di quest'autore contro a chi dicesse, il principio del moto circolare de i gravi e de i leggieri esser un accidente interno. Non so quanto e' sia per dimostrare che non possa esser una sustanza.

Simpl. Insurge contro a questo con molte opposizioni, la prima delle quali è questa: « Si secundum (nempe si dicas, tale principium esse substantiam), illud est aut materia, aut forma, aut compositum; sed repugnant iterum tot diversæ rerum naturæ, quales sunt aves, limaces, saxa, sagittæ, et genere differentia, moverentur a natura sua circulariter, ipsa naturis diversissima, etc. »[66]

Sal. Se queste cose nominate sono di nature diverse, e le cose di nature diverse non possono aver un moto comune, bisognerà, quando si debba sodisfare a tutte, pensar ad altro che a due moti solamente in su e in giù; e se se ne deve trovar uno per le freccie, uno per le lumache, un altro per i sassi, uno per i pesci, bisognerà pensare anco a i lombrichi e a i topazii e all'agarico, che non son men differenti di natura tra di loro che la gragnuola e la neve.

Simpl. Par che voi ve ne burliate di questi argomenti.

[66] « Se la seconda (ipotesi) – se tu sostieni che tale principio sia la sostanza –, questa sarà o la materia o la forma o il composto, ma vi si oppongono ancora tante diverse nature di cose, come gli uccelli, le lumache, i sassi, le frecce, le navi, il fumo, la grandine, i pesci che però tutte, differenti per specie e generi, si muoverebbero secondo la propria natura circolarmente, pur essendo diversissime per natura ».

Sal. Anzi no, signor Simplicio; ma già si è risposto di sopra, cioè che se un moto in giù o vero in su può convenire alle cose nominate, potrà non meno convenir loro un circolare. E stando nella dottrina peripatetica, non porrete voi diversità maggiore tra una cometa elementare e una stella celeste, che tra un pesce e un uccello? e pur quelle si muovono amendue circolarmente. Or seguite il secondo argumento.

Simpl. « Si Terra staret per voluntatem Dei, rotarentne cætera annon? si hoc, falsum est a natura gyrari; si illud, redeunt priores quæstiones; et sane mirum esset, quod gavia pisciculo, alauda nidulo suo et corvus limaci petræque, etiam volens, imminere non posset. »[67]

Sal. Io per me darei una risposta generale: che, dato per volontà di Dio che la Terra cessasse dalla vertigine diurna, quegli uccelli farebber tutto quello che alla medesima volontà di Dio piacesse. Ma se pur cotesto autore desiderasse una più particolar risposta, gli direi che e' farebber tutto l'opposito di quello che e' facessero quando, mentre eglino separati dalla Terra si trattenesser per aria, il globo terrestre per volontà divina si mettesse inaspettatamente in un moto precipitosissimo: tocca ora a quest'autore ad assicurarci di quello che in tal caso accaderebbe.

Sagr. Di grazia, signor Salviati, concedete a mia richiesta a quest'autore, che fermandosi la Terra per volontà di Dio, l'altre cose da quella separate continuasser d'andar in volta del natural movimento loro, e sentiamo quali impossibili o inconvenienti ne seguirebbero: perché io per me non so veder disordini maggiori di questi che produce l'autor medesimo, cioè che l'allodole, ancorché le volessero, non si potrebber trattener sopra i nidi loro, né i corbi sopra le lumache o sopra i sassi; dal che ne seguirebbe che a i corbi

[67] « Se la Terra stesse ferma, per volontà divina, le altre cose si muoverebbero o no? se è così, è falso che esse girino per natura; se sì, ritornano le prime questioni; e certo sarebbe stupefacente che il gabbiano non potesse, pur volendolo, fermarsi sul pesce piccolo, l'allodola nel suo nido, e il corvo sulla lumaca e sulle pietre ».

converrebbe patirsi la voglia delle lumache, e gli allodolini si morrebber di fame e di freddo, non potendo esser né imbeccati né covati dalle lor madri: questa è tutta la rovina ch'io so ritrar che seguirebbe, stante il detto dell'autore. Vedete voi, signor Simplicio, se maggiori inconvenienti seguir ne dovessero.

Simpl. Io non ne so scorger di maggior, ma è ben credibile che l'autore ci scorga, oltre a questi, altri disordini in natura, che forse per suoi degni rispetti non ha volsuti produrre. Seguirò dunque la terza instanza: « Insuper, qui fit ut istæ res tam variæ tantum moveantur ab occasu in ortum parallelæ ad æquatorem? ut semper moveantur, numquam quiescant? » [68]

Sal. Muovonsi da occidente in oriente, parallele all'equinoziale, senza fermarsi, in quella maniera appunto che voi credete che le stelle fisse si muovano da levante a ponente, parallele all'equinoziale, senza fermarsi.

Simpl. « Quare quo sunt altiores celerius, quo humiliores tardius? » [69]

Sal. Perché in una sfera o in un cerchio che si volga intorno al suo centro, le parti più remote descrivono cerchi maggiori, e le più vicine gli descrivono nell'istesso tempo minori.

Simpl. « Quare quæ æquinoctiali propiores in maiori, quæ remotiores in minori, circulo feruntur? » [70]

Sal. Per immitar la sfera stellata, nella quale le più vicine all'equinoziale si muovon in cerchi maggiori che le più lontane.

Simpl. « Quare pila eadem sub æquinoctiali tota circa centrum Terræ ambitu maximo, celeritate incredibili, sub

[68] « E poi, com'è che queste cose così diverse si muovono da occidente a oriente parallele all'equatore? che si muovono sempre senza mai fermarsi? »

[69] « Perché (si muovono) tanto più velocemente, quanto più son alte e tanto più lentamente quanto più basse? »

[70] « Perché ciò che è più vicino all'equinozio si muove in un cerchio maggiore e ciò che è più lontano in uno minore? »

polo vero circa centrum proprium gyro nullo, tarditate suprema, volveretur? »[71]

Sal. Per immitar le stelle del firmamento, che farebbon l'istesso se 'l moto diurno fusse loro.

Simpl. « Quare eadem res, pila verbi gratia plumbea, si semel Terram circuivit descripto circulo maximo, eamdem ubique non circummigret secundum circulum maximum, sed translata extra æquinoctialem in circulis minoribus agetur?»[72]

Sal. Perché così farebbero, anzi pure hanno fatto in dottrina di Tolomeo, alcune stelle fisse, che già erano vicinissime all'equinoziale e descrivevan cerchi grandissimi, ed ora, che ne son lontane, gli descrivon minori.

Sagr. Oh s'io potessi tenere a mente tutte queste belle cose, mi parrebbe pur d'aver fatto il grand'acquisto! Bisogna, signor Simplicio, che voi me lo prestiate questo libretto, perché egli è forza che perentro vi sia un mare di cose peregrine ed esquisitissime.

Simpl. Io ve ne farò un presente.

Sagr. Oh questo no, io non ve ne priverei mai. Ma son finite ancora le interrogazioni?

Simpl. Signor no; sentite pure: « Si latio circularis gravibus et levibus est naturalis, qualis est ea quæ fit secundum lineam rectam? nam si naturalis, quomodo et is motus qui circum est, naturalis est, cum specie differat a recto? si violentus, qui fit ut missile ignitum, sursum evolans, scintillosum caput sursum a Terra, non autem circum, volvatur, » etc.?[73]

[71] « Perché la stessa sfera sotto l'equinoziale si muoverebbe tutta attorno al centro della Terra con un grandissimo giro e con incredibile velocità, sotto il polo, invece, attorno al proprio asse con giro nullo ed estrema lentezza? »

[72] « Come mai una stessa cosa, per esempio una sfera di piombo, se una volta ha girato attorno alla Terra descrivendo un circolo massimo, non la circonda ovunque secondo il circolo massimo, ma, portata oltre l'equinoziale, si muoverà in circoli minori? »

[73] « Se il moto circolare è naturale alle cose gravi e alle leggere, come sarà il movimento rettilineo? infatti se sarà naturale, come quello circolare, come se ne differenzierà per specie il rettilineo? se violento, com'è che un razzo, volando in su, volge il capo scintillante in su rispetto alla Terra, e non intorno? »

Sal. Già mille volte si è detto che il moto circolare è naturale del tutto e delle parti, mentre sono in ottima disposizione: il retto è per ridurr'all'ordine le parti disordinate; se ben meglio è dire che mai, né ordinate né disordinate, non si muovon di moto retto, ma di un moto misto, che anco potrebb'esser circolare schietto; ma a noi resta visibile e osservabile una parte sola di questo moto misto, cioè la parte del retto, restandoci l'altra parte del circolare impercettibile, perché noi ancora lo participiamo: e questo risponde a i razzi, li quali si muovono in su e in giro, ma noi non possiamo distinguer il circolare, perché di quello ci moviamo noi ancora. Ma quest'autore non credo che abbia mai capita questa mistione, poiché si vede come egli resolutamente dice che i razzi vanno in su a diritto e non vanno altrimenti in giro.

Simpl. « Quare centrum spheræ delapsæ sub aequatore spiram describit in eius plano, sub aliis parallelis spiram describit in cono? sub polo descendit in axe, lineam gyralem decurrens in superficie cylindrica consignatam? » [74]

Sal. Perché delle linee tirate dal centro alla circonferenza della sfera, che son quelle per le quali i gravi descendono, quella che termina nell'equinoziale disegna un cerchio, e quelle che terminano in altri paralleli descrivon superficie coniche, e l'asse non descrive altro, ma si resta nell'esser suo. E se io vi debbo dire il mio parer liberamente, dirò che non so ritrarre da tutte queste interrogazioni costrutto nissuno che rilievi contro al moto della Terra; perché s'io domandassi a quest'autore (concedutogli che la Terra non si muova) quello che accaderebbe di tutti questi particolari, dato che ella si movesse come vuole il Copernico, son ben sicuro che e' direbbe che ne seguirebbon tutti questi effetti, che egli adesso oppone come inconvenienti per rimuover la mobilità; talché nella mente di quest'uomo le conseguenze

[74] « Perché il centro di una sfera stellata caduta sotto l'equatore descrive una spira sul suo piano, mentre sotto altri paralleli la descrive in cono? sotto il polo discende in asse, percorrendo una linea circolare, segnata in una superficie cilindrica? »

necessarie vengon reputate assurdi. Ma, di grazia, se ci è altro, spediamoci da questo tedio.

Simpl. In questo che segue, ci è contro al Copernico e suoi seguaci, che voglion che il moto delle parti, separate dal suo tutto, sia solo per riunirsi al suo tutto, ma che naturale assolutamente sia il muoversi circolarmente alla vertigine diurna; contro a i quali instà dicendo che, conforme all'oppinion di costoro, «si tota Terra, una cum aqua, in nihilum redigeretur, nulla grando aut pluvia e nube decideret, sed naturaliter tantum circumferretur; neque ignis ullus aut igneum ascenderet, cum, illorum non improbabili sententia, ignis nullus sit supra» [75].

Sal. La providenza di questo filosofo è mirabile e degna di gran lode, attesoché e' non si contenta di pensare alle cose che potrebbon accadere stante il corso della natura, ma vuol trovarsi provvisto in occasione che seguissero di quelle cose che assolutamente si sa che non sono mai per seguire. Io voglio dunque, per sentir qualche bella sottigliezza, concedergli che quando la Terra e l'acqua andassero in niente, né le grandini né la pioggia cadessero più, né le materie ignee andassero più in alto, ma si trattenesser girando: che sarà poi? e che mi opporrà il filosofo?

Simpl. L'opposizione è nelle parole che seguono immediatamente; eccole qui: «Quibus tamen experientia et ratio adversatur.» [76]

Sal. Ora mi convien cedere, poiché egli ha sì gran vantaggio sopra di me, qual è l'esperienza, della quale io manco; perché sin ora non mi son mai incontrato in veder che 'l globo terrestre, con l'elemento dell'acqua, sia andato in niente, sì ch'io abbia potuto osservare quel che in questo piccol finimondo faceva la gragnuola e l'acqua. Ma ci dic'egli almanco, per nostra scienza, quel che facevano?

[75] «Se tutta la Terra, insieme con l'acqua, si riducesse a nulla, non cadrebbero più dalle nubi né grandine o pioggia, ma queste si muoverebbero naturalmente solo intorno; né alcun fuoco o materia ignea salirebbe; poiché secondo una loro non improbabile ipotesi, sopra non c'è alcun fuoco».

[76] «Ai quali tuttavia s'oppongono la ragione e l'esperienza».

Simpl. Non lo dice altrimenti.

Sal. Pagherei qualsivoglia cosa a potermi abboccar con questa persona, per domandargli, se quando questo globo sparì, e' portò via anco il centro comune della gravità, sì com'io credo; nel qual caso, penso che la grandine e l'acqua restassero come insensate e stolide tra le nugole, senza saper che farsi di loro. Potrebbe anco esser che, attratte da quel grande spazio vacuo, lasciato mediante la partita del globo terrestre, si rarefacesser tutti gli ambienti, ed in particolar l'aria, che è sommamente distraibile, e concorressero con somma velocità a riempirlo; e forse i corpi più solidi e materiali, come gli uccelli, che pur di ragione ne dovevano esser molti per aria, si ritirarono più verso il centro della grande sfera vacua (che par ben ragionevole che alle sustanze che sotto minor mole contengono assai materia, sieno assegnati i luoghi più angusti, lasciando alle più rare i più ampli), e quivi, mortisi finalmente di fame e risoluti in terra, formassero un nuovo globettino, con quella poca di acqua che si trovava allora tra' nugoli. Potrebbe anco essere che le medesime materie, come quelle che non veggon lume, non s'accorgessero della partita della Terra, e che alla cieca scendessero al solito, pensando d'incontrarla, e a poco a poco si conducessero al centro, dove anco di presente andrebbero se l'istesso globo non l'impedisse. E finalmente, per dare a questo filosofo una meno irrisoluta risposta, gli dico che so tanto di quel che seguirebbe dopo l'annichilazione del globo terrestre, quanto egli avrebbe saputo che fusse per seguir di esso ed intorno ad esso avanti che fusse creato: e perché io son sicuro ch' e' direbbe che non si sarebbe né anco potuto immaginare nissuna delle cose seguite, delle quali la sola esperienza l'ha fatto scienziato, dovrà non mi negar perdono e scusarmi s'io non so quel che egli sa delle cose che seguirebbero doppo l'annichilazione di esso globo, atteso che io manco di quest'esperienza che egli ha. Dite ora se ci è altra cosa.

Simpl. Ci è questa figura, che rappresenta il globo terrestre con una gran cavità intorno al suo centro, ripiena d'aria; e per mostrare che i gravi non si muovono in giù

per unirsi co 'l globo terrestre, come dice il Copernico, costituisce questa pietra nel centro, e domanda, posta in libertà quel che ella farebbe; ed un'altra ne pone nella concavità di questa gran caverna, e fa l'istessa interrogazione, dicendo quanto alla prima: « Lapis in centro constitutus aut ascendet ad Terram in punctum aliquod, aut non: si secundum, falsum est partes ob solam seiunctionem a toto ad illud moveri; si primum, omnis ratio et experientia renititur, neque gravia in suæ gravitatis centro conquiescent. Item, si suspensus lapis liberatus decidat in centrum, separabit se a toto, contra Copernicum; si pendeat, refragatur omnis experientia, cum videamus integros fornices corruere. »[77]

Sal. Risponderò, benché con mio disavvantaggio grande, già che son alle mani con chi ha veduto per esperienza ciò che fanno questi sassi in questa gran caverna, cosa che non ho veduta io, e dirò che credo che prima siano le cose gravi che il centro comune della gravità, sì che non un centro, che altro non è che un punto indivisibile, e però di nessuna efficacia, sia quello che attragga a sé le materie gravi, ma che esse materie, cospirando naturalmente all'unione, si formino un comun centro, che è quello intorno al quale consistono parti di eguali momenti: onde stimo, che trasferendosi il grande aggregato de i gravi in qualsivoglia luogo, le particelle che dal tutto fusser separate lo seguirebbero, e non impedite lo penetrerebbero sin dove trovassero parti men gravi di loro, ma pervenute sin dove s'incontrassero in materie più gravi, non scenderebber più. E però stimo che nella caverna ripiena d'aria tutta la volta premerebbe, e solo violentemente si sostenterebbe sopra quell'aria, quando la durezza non potesse esser superata e rotta dalla gravità

[77] « Una pietra posta nel centro o salirebbe conformemente alla Terra verso qualche punto, oppure no; se è valida la seconda soluzione, è falso che le parti per la sola separazione dal tutto si muovano verso quello; se è valido invece il primo caso, vi s'oppone ogni ragione ed esperienza e i gravi non si fermeranno nel proprio centro di gravità. Parimenti, se una pietra sorpassa e cade liberamente verso il centro, si separerà dal tutto, contro Copernico; se resta sospesa si oppone ogni esperienza, poiché vediamo interi archi crollare ».

ma sassi staccati credo che scenderebbero al centro, e non soprannoterebbero all'aria: né per ciò si potrebbe dire che non si movessero al suo tutto, movendosi là dove tutte le parti del tutto si moverebbero, quando non fussero impedite.

Simpl. Quel che resta è certo errore ch'ei nota in un seguace del Copernico, il quale, facendo che la Terra si muova del moto annuo e del diurno in quella guisa che la ruota del carro si muove sopra il cerchio della Terra ed in se stessa, veniva a fare o il globo terrestre troppo grande o l'orbe magno troppo piccolo; attesoché 365 revoluzioni dell'equinoziale son meno assai che la circonferenza dell'orbe magno.

Sal. Avvertite che voi equivocate, e dite il contrario di quello che bisogna che sia scritto nel libretto: imperocché bisogna dire che quel tale autore veniva a fare il globo terrestre troppo piccolo o l'orbe magno troppo grande, e non il terrestre troppo grande e l'annuo troppo piccolo.

Simpl. L'equivoco non è altrimenti mio: ecco qui le parole del libretto: « Non videt quod vel circulum annuum æquo minorem, vel orbem terreum iusto multo fabricet maiorem. »[78]

Sal. Se il primo autore abbia errato, io non lo posso sapere, poiché l'autor del libretto non lo nomina; ma ben è manifesto e inescusabile l'error del libretto, abbia o non abbia errato quel primo seguace del Copernico, poiché quel del libretto trapassa senza accorgersi un error sì materiale, e non lo nota e non lo emenda. Ma questo siagli perdonato, come errore più tosto d'inavertenza che d'altro. Oltre che, se non ch'io sono ormai stracco e sazio di più lungamente occuparmi e consumare il tempo con assai poca utilità in queste molto leggieri altercazioni, potrei mostrare come non è impossibile che un cerchio, anco non maggior d'una ruota d'un carro, co 'l dar non pur 365, ma anco meno di 20 revoluzioni, può descrivere o misurare la circonferenza non pur dell'orbe magno, ma di uno mille volte maggiore: e questo

[78] « Non vede perché faccia il circolo annuo minore del giusto o l'orbe terrestre molto maggiore ».

dico per mostrare che non mancano sottigliezze assai maggiori di questa, con la quale quest'autore nota l'error del Copernico. Ma, di grazia, respiriamo un poco, per venir poi a quest'altro filosofo, oppositor del medesimo Copernico.

Sagr. Veramente ne ho bisogno io ancora, benché abbia solamente affaticato gli orecchi; e quando io pensassi di non aver a sentir cose più ingegnose in quest'altro autore, non so s'io mi risolvessi a andarmene a i freschi in gondola.

Simpl. Credo che sentirete cose di maggior polso, perché quest'è filosofo consumatissimo, e anco gran matematico, ed ha confutato Ticone in materia delle comete e delle stelle nuove.

Sal. È egli forse l'autor medesimo dell'*Antiticone*?

Simpl. È quello stesso: ma la confutazione contro alle stelle nuove non è nell'*Antiticone,* se non in quanto e' dimostra che elle non erano progiudiziali all'inalterabilità ed ingenerabilità del cielo, sì come già vi dissi: ma doppo l'*Antiticone,* avendo trovato per via di parallasse modo di dimostrare che esse ancora son cose elementari e contenute dentro al concavo della Luna, ha scritto quest'altro libro: *De tribus novis stellis* etc., ed inseritovi anco gli argomenti contro al Copernico. Io l'altra volta vi produssi quello ch'egli aveva scritto circa queste stelle nuove nell'*Antiticone,* dove egli non negava che le fussero nel cielo, ma dimostrava che la lor produzione non alterava l'inalterabilità del cielo, e ciò facev'egli con discorso puro filosofico, nel modo ch'io vi dissi; e non mi sovvenne di dirvi come di poi aveva trovato modo di rimuoverle dal cielo, perché, procedendo egli in questa confutazione per via di computi e di parallassi, materie poco o niente comprese da me, non l'avevo lette, e solo avevo fatto studio sopra queste instanze contro al moto della Terra, che son pure naturali.

Sal. Intendo benissimo, e converrà, doppo che avremo sentite le opposizioni al Copernico, che sentiamo, o veggiamo almeno, la maniera con la quale per via di parallasse dimostra essere state elementari quelle nuove stelle, che tanti astronomi di gran nome costituiron tutti altissime e tra le stelle del firmamento; e come quest'autore conduce a

termine una tanta impresa, di ritirar di cielo le nuove stelle sin dentro alla sfera elementare, sarà ben degno d'esser grandemente esaltato e trasferito esso tra le stelle, o almeno che per fama sia tra quelle eternato il suo nome. Però spediamoci quanto prima da questa parte, che oppone all'oppinion del Copernico, e cominciate a portare le sue instanze.

Simpl. Queste non occorrerà leggerle *ad verbum,* perché sono molto prolisse; ma io, come vedete, nel leggerle attentamente più volte, ho contrassegnato nella margine le parole dove consiste tutto il nervo della dimostrazione, e quella basterà leggere. Il primo argomento comincia qui: « Et primo, si opinio Copernici recipiatur, criterium naturalis philosophiæ, ni prorsus tollatur, vehementer saltem labefactari videtur. »[79] Il qual criterio vuole, secondo l'opinione di tutte le sette de' filosofi, che il senso e l'esperienza siano le nostre scorte nel filosofare; ma nella posizion del Copernico i sensi vengono a ingannarsi grandemente, mentre visibilmente scorgono da vicino, i mezi purissimi, i corpi gravissimi scender rettamente a perpendicolo, né mai deviar un sol capello dalla linea retta; con tutto ciò per il Copernico la vista in cosa tanto chiara s'inganna, e quel moto non è altrimenti retto, ma misto di retto e circolare.

Sal. Questo è il primo argomento che Aristotile e Tolomeo e tutti i lor seguaci producono: al quale si è abbondantemente risposto, e mostrato il paralogismo, ed assai apertamente dichiarato come il moto comune a noi ed a gli altri mobili è come se non fusse. Ma perché le conclusioni vere hanno mille favorevoli rincontri che le confermano, voglio, in grazia di questo filosofo, aggiunger qualche altra cosa; e voi, signor Simplicio, facendo la parte sua, rispondetemi alle domande. E prima, ditemi: che effetto fa in voi quella pietra la quale, cadendo dalla cima della torre, è cagione che voi di tal movimento vi accorgiate? perché se 'l suo cadere nulla di più o di nuovo operasse in voi di quello che

[79] « In primo luogo, se si accoglie l'opinione di Copernico, il criterio della filosofia naturale, se non è totalmente distrutto, sembra almeno notevolmente scosso ».

si operava la sua quiete in cima della torre, voi sicuramente non vi accorgereste della sua scesa, né distinguereste il suo muoversi dal suo star ferma.

Simpl. Comprendo il suo discendere in relazione alla torre, perché or la veggo a canto a un tal segno di essa torre, poi ad un basso, e così successivamente, sin che la scorgo giunta in terra.

Sal. Adunque, se quella pietra fusse caduta da gli artigli d'una volante aquila e scendesse per la semplice aria invisibile, e voi non aveste altro oggetto visibile e stabile con chi far parallelo di quella, non potreste il suo moto comprendere?

Simpl. Anzi pur me n'accorgerei, poiché, per vederla mentre è altissima, mi converrebbe alzar la testa, e secondo ch'ella venisse calando, mi bisognerebbe abbassarla, ed in somma muover continuamente o quella o gli occhi, secondando il suo moto.

Sal. Ora avete data la vera risposta. Voi conoscete dunque la quiete di quel sasso, mentre senza muover punto l'occhio ve lo vedete sempre avanti, e conoscete ch'ei si muove, quando, per non lo perder di vista, vi convien muover l'organo della vista, cioè l'occhio. Adunque, tuttavoltaché senza muover mai l'occhio voi vi vedeste continuamente un oggetto nell'istesso aspetto, sempre lo giudichereste immobile.

Simpl. Credo che così bisognasse necessariamente.

Sal. Figuratevi ora d'esser in una nave, e d'aver fissato l'occhio alla punta dell'antenna: credete voi che, perché la nave si muovesse anco velocissimamente, vi bisognasse muover l'occhio per mantener la vista sempre alla punta dell'antenna e seguitare il suo moto?

Simpl. Son sicuro che non bisognerebbe far mutazion nessuna, e che non solo la vista, ma quando io v'avessi drizzato la mira d'un archibuso, mai per qualsivoglia moto della nave non mi bisognerebbe muoverla un pelo per mantenervela aggiustata.

Sal. E questo avviene perché il moto che conferisce la nave all'antenna, lo conferisce anche a voi ed al vostro occhio, sì che non vi convien muoverlo punto per rimirar la

cima dell'antenna; ed in conseguenza ella vi apparisce immobile. E tanto è che il raggio della vista vadia dall'occhio all'antenna, quanto se una corda fusse legata tra due termini della nave: ora, cento corde sono a diversi termini fermate, e negli stessi posti si conservano, muovasi la nave o stia ferma [80]. Ora trasferite questo discorso alla vertigine della Terra ed al sasso posto in cima della torre, nel quale voi non potete discernere il moto, perché quel movimento che bisogna per seguirlo, l'avete voi comunemente con lui dalla Terra, né vi convien muover l'occhio; quando poi gli sopraggiugne il moto all'ingiù, che è suo particolare, e non vostro, e che si mescola co 'l circolare, la parte del circolare che è comune della pietra e dell'occhio, continua d'esser impercettibile, e solo si fa sensibile il retto, perché per seguirla vi convien muover l'occhio abbassandolo. Vorrei, per tòr d'error questo filosofo, potergli dire che, una volta andando in barca, facesse d'avervi un vaso assai profondo pieno d'acqua, ed avesse accomodato una palla di cera o d'altra materia che lentissimamente scendesse al fondo, sì che in un minuto d'ora appena calasse un braccio, e facendo andar la barca quanto più velocemente potesse, talché in un minuto d'ora facesse più di cento braccia, leggiermente immergesse nell'acqua la detta palla e la lasciasse liberamente scendere, e con diligenza osservasse il suo moto: egli primieramente la vedrebbe andare a dirittura verso quel punto del fondo del vaso dove tenderebbe quando la barca stesse ferma, ed all'occhio suo ed in relazione al vaso tal moto apparirebbe perpendicolarissimo e rettissimo; e pure non si può dir che non fusse composto del retto in giù e del circolare intorno all'elemento dell'acqua. E se queste cose accaggiono in moti non naturali, ed in materie che noi possiamo farne l'esperienze nel loro stato di quiete e poi nel contrario del moto, e pur, quanto all'apparenza, non si scorge diversità alcuna e par che ingannino il senso, che vogliamo noi distinguere circa alla Terra, la quale perpe-

[80] Questo periodo fu riportato da Galilei in margine ad un esemplare esistente nella biblioteca del Seminario di Padova.

tuamente è stata nella medesima costituzione, quanto al moto o alla quiete? ed in qual tempo vogliamo in essa sperimentare se differenza alcuna si scorge tra questi accidenti del moto locale ne' suoi diversi stati di moto e di quiete, se ella in un solo di questi due eternamente si mantiene?

Sagr. Questi discorsi m'hanno racconciato alquanto lo stomaco, il quale quei pesci e quelle lumache in parte mi avevano conturbato; ed il primo m'ha fatto sovvenire la correzione d'un errore, il quale ha tanto apparenza di vero, che non so se di mille uno non l'ammettesse per indubitato. E questo fu, che navigando in Soria, e trovandomi un telescopio assai buono, statomi donato dal nostro comune amico, che non molti giorni avanti l'aveva investigato, proposi a quei marinari che sarebbe stato di gran benefizio nella navigazione l'adoperarlo su la gaggia della nave per iscoprir vasselli da lontano e riconoscergli: fu approvato il benefizio, ma opposta la difficultà del poterlo usare mediante il continuo fluttuar della nave, e massime in su la cima dell'albero, dove l'agitazione è tanto maggiore, e che meglio sarebbe stato chi l'avesse potuto adoperare al piede, dove tal movimento è minore che in qualsivoglia altro luogo del vassello [81]. Io (non voglio ascondere l'error mio) concorsi nel medesimo parere, e per allora non replicai altro, né saprei dirvi da che mosso, tornai tra me stesso a ruminar sopra questo fatto, e finalmente m'accorsi della mia semplicità (ma però scusabile) nell'ammetter per vero quello che è falsissimo: dico falso, che l'agitazion massima della gaggia, in comparazion della piccola del piede dell'albero, debba render più difficile l'uso del telescopio nell'incontrar l'oggetto.

Sal. Io sarei stato compagno de i marinari ed anche vostro, su 'l principio.

Simpl. Ed io parimente sarei stato, e sono ancora; né crederei co 'l pensarvi cent'anni intenderla altrimenti.

[81] Si vedano al riguardo, oltre alla lettera al Doge di Venezia del 1609 (vol. I, pp. 865 segg.), anche quelle a Orso d'Elci del 1617 e al Realio del 1637 (vol. I, pp. 923 segg. e 948 segg.).

Sagr. Potrò dunque io questa volta farvi a tutti due (come si dice) il maestro addosso: e perché il proceder per interrogazioni mi par che dilucidi assai le cose, oltre al gusto che si ha dello scalzare il compagno, cavandogli di bocca quel che non sapeva di sapere, mi servivo di tale artifizio. E prima io suppongo che le navi, fuste o altri legni, che si cerca di scoprire e riconoscere, sieno lontani assai, cioè 4, 6, 10 o 20 miglia, perché per riconoscer i vicini non c'è bisogno d'occhiali; ed in conseguenza il telescopio può, in tanta distanza di 4 o 6 miglia, comodamente scoprire tutto 'l vassello, ed anco machina assai maggiore. Ora io domando, quali in ispezie e quanti in numero siano i movimenti che si fanno nella gaggia, dependenti dalla fluttuazion della nave.

Sal. Figuriamoci che la nave vadia verso levante: prima, nel mar tranquillissimo, non ci sarebbe altro moto che questo progressivo; ma aggiunta l'agitazion dell'onde, ce ne sarà uno che, alzando ed abbassando vicendevolmente la poppa e la prua, fa che la gaggia inclina innanzi e indietro; altre onde, facendo andare il vassello alla banda, piegano l'albero a destra e a sinistra; altre posson girare alquanto la nave e farla defletter, diremo con l'artimone, dal dritto punto orientale or verso greco or verso sirocco; altre, sollevando per di sotto la carina, potrebber far che la nave, senza deflettere, solamente si alzasse ed abbassasse: ed in somma parmi che in spezie questi movimenti sien due, uno, cioè, che muta per angolo la direzion del telescopio, e l'altro che la muta, diremo, per linea, senza mutar angolo, cioè mantenendo sempre la canna dello strumento parallela a se stessa.

Sagr. Ditemi appresso: se noi, avendo prima drizzato il telescopio là a quella torre di Burano, lontana di qua sei miglia, lo piegassimo per angolo a destra o a sinistra, o vero in su o in giù, solamente quanto è un nero d'ugna, che effetto ci farebbe circa l'incontrar essa torre?

Sal. Ce la farebbe immediate sparir dalla vista, perché una tal declinazione, benché piccolissima qui, può importar là le centinaia e le migliaia delle braccia.

Sagr. Ma se senza mutar l'angolo, conservando sempre la canna parallela a se stessa, noi la trasferissimo 10 o 12 braccia più lontana, a destra o a sinistra, in alto o a basso, che effetto ci cagionerebbe ella quanto alla torre?

Sal. Assolutamente impercettibile; perché, sendo gli spazii qui e là contenuti tra raggi paralleli, le mutazioni fatte qui e là convien che sieno eguali; e perché lo spazio che scuopre là lo strumento è capace di molte di quelle torri, però non la perderemmo altrimenti di vista.

Sagr. Tornando ora alla nave, possiamo indubitabilmente affermare, che il muovere il telescopio a destra o a sinistra, in su o in giù, ed anco innanzi o indietro, 20 o 25 braccia, mantenendolo però sempre parallelo a se stesso, non può sviare il raggio visivo dal punto osservato nell'oggetto più che le medesime 25 braccia; e perché nella lontananza di 8 o 10 miglia la scoperta dello strumento abbraccia spazio molto più largo che la fusta o altro legno veduto, però tal piccola mutazione non me lo fa perder di vista. L'impedimento dunque e la causa dello smarrir l'oggetto non ci può venire se non dalla mutazion fatta per angolo, già che per l'agitazion della nave la trasportazion del telescopio in alto o a basso, a destra o a sinistra, non può importar gran numero di braccia. Ora supponete d'aver due telescopii fermati uno all'inferior parte dell'albero della nave, e l'altro alla cima non pur dell'albero, ma anco dell'antenna altissima, quando con essa si fa la penna, e che amendue sien drizzati al vassello discosto 10 miglia: ditemi se voi credete che, per qual si sia agitazion della nave e inclinazion dell'albero, maggior mutazione, quanto all'angolo, si faccia nella canna altissima che nella infima. Alzando un'onda la prua, farà ben dare indietro la punta dell'antenna 30 o 40 braccia più che il piede dell'albero, e verrà a ritirar indietro la canna superiore per tanto spazio, e la inferiore un palmo solamente; ma l'angolo tanto si altera nell'uno strumento quanto nell'altro: e parimente un'onda che venga per banda, trasporta a destra ed a sinistra cento volte più la canna alta che la bassa; ma gli angoli o non si mutano o si alterano egualmente; ma la mutazione a destra o a sinistra, innanzi

o in dietro, in su o in giù, non reca impedimento sensibile nella veduta de gli oggetti lontani, ma sì bene grandissima l'alterazione dell'angolo: adunque bisogna necessariamente confessare che l'uso del telescopio nella sommità dell'albero non è più difficile che al piede, avvenga che le mutazioni angolari son eguali in amendue i luoghi.

Sal. Quanto bisogna andar circospetto prima che affermare o negare una proposizione! Io torno a dire, che nel sentir pronunziar resolutamente che per il movimento maggiore fatto nella sommità dell'albero che nel piede, ciascuno si persuaderà che grandemente sia più difficile l'uso del telescopio su alto che a basso. E così anco voglio scusar quei filosofi che si disperano e si gettan via contro a quelli che non gli voglion concedere che quella palla d'artiglieria, che e' veggon chiaramente venire a basso per una linea retta e perpendicolare, assolutamente si muova in quel modo, ma voglion che 'l moto suo sia per un arco, ed anco molto e molto inclinato e trasversale. Ma lasciamogli in quest'angustia, e sentiamo l'altre opposizioni che l'autore che aviamo a mano fa contro al Copernico.

Simpl. Continua pur l'autore di mostrare come in dottrina del Copernico bisogna negare i sensi, e le sensazioni massime, qual sarebbe se noi, che sentiamo il ventilar d'una leggierissima aura, non abbiamo poi a sentire l'impeto d'un vento perpetuo che ci ferisce con una velocità che scorre più di 2529 miglia per ora; ché tanto è lo spazio che il centro della Terra co 'l moto annuo trapassa in un'ora per la circonferenza dell'orbe magno, come egli diligentemente calcola, e perché, come ei dice pur di parer del Copernico, « cum Terra movetur circumpositus aër; motus tamen eius, velociter licet ac rapidior celerrimo quocumque vento, a nobis non sentiretur, sed summa tum tranquillitas reputaretur, nisi alius motus accederet. Quid est vero decipi sensum, nisi hæc esset deceptio? » [82]

[82] « Con la Terra si muove l'aria circostante; tuttavia il suo movimento, benché più veloce e rapido di qualsivoglia velocissimo vento, non sarebbe avvertito da noi, ma sarebbe preso per massima tranquillità, se

Sal. È forza che questo filosofo creda che quella Terra che il Copernico fa andare in giro, insieme con l'aria ambiente, per la circonferenza dell'orbe magno, non sia questa dove noi abitiamo, ma un'altra separata, perché questa nostra conduce seco noi ancora, con la medesima velocità sua e dell'aria circostante: e qual ferita possiam noi sentire, mentre fuggiamo con egual corso a quello di chi ci vuol giostrare? Questo signore s'è scordato che noi ancora siamo, non men che la Terra e l'aria, menati in volta, e che in conseguenza sempre siamo toccati dalla medesima parte d'aria, la quale però non ci ferisce.

Simpl. Anzi no: eccovi le parole che immediatamente seguono: « Præterea nos quoque rotamur ex circumductione Terræ » etc. [83]

Sal. Ora non lo posso più né aiutare né scusare; scusatelo voi e aiutatelo, signor Simplicio.

Simpl. Per ora, così improvvisamente, non mi sovvien difesa di mia sodisfazione.

Sal. Ombé, ci penserete, stanotte, e difenderetelo poi domani: intanto sentiamo l'altre opposizioni.

Simpl. Séguita pur l'istessa instanza, mostrando che in via del Copernico bisogna negar le sensazioni proprie. Imperocché questo principio, per il quale noi andiamo intorno con la Terra, o è nostro intrinseco, o ci è esterno, cioè un rapimento di essa Terra: e se questo secondo è, non sentendo noi cotal rapimento, convien dire che 'l senso del tatto non senta il proprio obietto congiunto, né la sua impressione nel sensorio; ma se il principio è intrinseco, noi non sentiremo un moto locale derivante da noi medesimi, e non ci accorgeremo mai di una propensione perpetuamente annessa con esso noi.

Sal. Talché l'instanza di questo filosofo batte qua, che, sia quel principio, per il quale noi ci moviamo con la Terra, o esterno o interno, dovremmo in ogni maniera sentirlo, e

non vi s'aggiungesse qualche altro movimento. Cosa significherebbe, invero, ingannarsi, se questo non è un inganno? »

[83] « Inoltre anche noi giriamo per il girare della Terra ».

non lo sentendo, non è né l'uno né l'altro, e però noi non ci moviamo, né in conseguenza la Terra. Ed io dico che può essere nell'un modo e nell'altro, senza che noi lo sentiamo. E del poter esser esterno, l'esperienza della barca rimuove ogni difficultà soprabbondantemente: e dico soprabbondantemente, perché, potendo noi a tutte l'ore farla muovere ed anco farla star ferma, e con grand'accuratezza andare osservando se da qualche diversità, che dal senso del tatto possa esser compresa, noi possiamo imparare ad accorgerci se la si muova o no, vedendo che per ancora non si è acquistata tale scienza, a che maravigliarsi se l'istesso accidente ci resta incognito nella Terra, la quale ci può aver portati perpetuamente, senza potere mai sperimentar la sua quiete? Voi sete pur, signor Simplicio, per quel ch'io credo, andato mille volte nelle barche da Padova, e se voi volete confessar il vero, non avete mai sentita in voi la participazione di quel moto, se non quando la barca, arrenando o urtando in qualche ritegno, si è fermata, e che voi con gli astri passeggieri, colti all'improvviso, sete con pericolo traboccati. Bisognerebbe che il globo terrestre incontrasse qualche intoppo che l'arrestasse, che vi assicuro che allora vi accorgereste dell'impeto che in voi risiede, mentre da esso sareste scagliato verso le stelle. Ben è vero che con altro senso, ma accompagnato co 'l discorso, potete accorgervi del moto della barca, cioè con la vista, mentre riguardate gli alberi e le fabbriche poste nella campagna, le quali, essendo separate dalla barca, par che si muovano in contrario: ma se per una tale esperienza voleste restare appagato del moto terrestre, direi che riguardaste le stelle, che per ciò vi appariscono muoversi in contrario. Il maravigliarsi poi di non sentir cotal principio, posto che fusse nostro interno, è pensiero men ragionevole; perché se noi non sentiamo un simile che ci vien di fuori e che frequentemente si parte, per qual ragione dovremmo sentirlo quanto immutabilmente risedesse di continuo in noi? Ora ècci altro in questo primo argomento?

Simpl. Ècci questa esclamazioncella: « Ex hac itaque opinione necesse est diffidere nostris sensibus, ut penitus

fallacibus vel stupidis in sensibilibus, etiam coniunctissimis, diiudicandis; quam ergo veritatem sperare possumus, a facultate adeo fallaci ortum trahentem? » [84]

Sal. Oh io ne vorrei dedur precetti più utili e più sicuri, imparando ad esser più circuspetto e men confidente circa quello che a prima giunta ci vien rappresentato da i sensi, che ci possono facilmente ingannare; e non vorrei che questo autore si affannasse tanto in volerci far comprender co 'l senso, questo moto de i gravi descendenti esser semplice retto e non di altra sorte, né si risentisse ed esclamasse perché una cosa tanto chiara manifesta e patente venga messa in difficultà; perché in questo modo dà indizio di credere che a quelli che dicon, tal moto non esser altrimenti retto, anzi più tosto circolare, paia di veder sensatamente quel sasso andar in arco, già che egli invita più il loro senso che il lor discorso a chiarirsi di tal effetto: il che non è vero, signor Simplicio, perché, sì come io, che sono indifferente tra queste opinioni e solo a guisa di comico mi immaschero da Copernico in queste rappresentazioni nostre, non ho mai veduto, né mi è parso di veder, cader quel sasso altrimenti che a perpendicolo, così credo che a gli occhi di tutti gli archi si rappresenti l'istesso. Meglio è dunque che, deposta l'apparenza, nella quale tutti convenghiamo, facciamo forza co 'l discorso, o per confermar la realtà di quella, o per iscoprir la sua fallacia.

Sagr. Se io potessi una volta incontrarmi in questo filosofo, che pur mi pare che si elevi assai sopra molti altri seguaci dell'istesse dottrine, vorrei in segno di affetto ricordargli un accidente che assolutamente egli ha ben mille volte veduto, dal quale, con molta conformità di questo che trattiamo, si può comprendere quanto facilmente possa altri restar ingannato dalla semplice apparenza o vogliamo dire rappresentazione del senso. E l'accidente è il parere, a quelli

[84] « Secondo questa opinione, è necessario diffidare dei nostri sensi, da giudicare del tutto fallaci ed ottusi nelle cose sensibili, anche in quelle più connesse (con i sensi); quale verità possiam dunque sperare che derivi da una facoltà così fallace? »

che di notte camminano per una strada, d'esser seguitati dalla Luna con passo eguale al loro, mentre la veggono venir radendo le gronde de i tetti sopra le quali ella gli apparisce, in quella guisa appunto che farebbe una gatta che, realmente camminando sopra i tegoli, tenesse loro dietro: apparenza che, quando il discorso non s'interponesse, pur troppo manifestamente ingannerebbe la vista.

Simpl. Veramente non mancano l'esperienze le quali ci rendono sicuri delle fallacie de i semplici sensi; però, sospendendo per ora cotali sensazioni, sentiamo gli argomenti che seguono, che son presi, come e' dice, *ex rerum natura.* Il primo de' quali è, che la Terra non può muoversi di sua natura di tre movimenti grandemente diversi, o vero bisognerebbe rifiutare molte dignità manifeste: la prima delle quali è, che ogni effetto depende da qualche causa; la seconda, che nessuna cosa produce se medesima, dal che ne segue che non è possibile che il movente e quello che è mosso siano totalmente l'istessa cosa: e questo non solo nelle cose che son mosse da motore estrinseco e manifesto, ma si raccoglie anco da i principii proposti l'istesso accadere nel moto naturale dependente da principio intrinseco; altrimenti, essendo che il movente, come movente, è causa, e 'l mosso, come mosso, è effetto, il medesimo totalmente sarebbe causa ed effetto; adunque un corpo non muove tutto sé, cioè che tutto muova e tutto sia mosso, ma bisogna nella cosa mossa distinguere in qualche modo il principio efficiente della mozione, e quello che di tal mozione si muove. La terza dignità è che, nelle cose suggette a i sensi, uno, in quanto uno, produce una cosa sola; cioè l'anima nell'animale produce ben diverse operazioni, ma con istrumenti diversi, cioè la vista, l'udito, l'odorato, la generazione, ma con istrumenti diversi: ed in somma si scorge, nelle cose sensibili le diverse operazioni derivar da diversità che sia nella causa. Ora, se si congiugneranno queste dignità, sarà cosa chiarissima che un corpo semplice, qual è la Terra, non si potrà di sua natura muover insieme di tre movimenti grandemente diversi. Imperocché, per le supposizioni fatte, tutta non muove sé tutta; bisogna dunque distinguere in lei tre principii di tre moti, altri-

menti un principio medesimo produrrebbe più moti: ma contenendo in sé tre principii di moti naturali, oltre alla parte mossa, non sarà corpo semplice, ma composto di tre principii moventi e della parte mossa: se dunque la Terra è corpo semplice, non si moverà di tre moti. Anzi, pur non si moverà ella di alcuno di quelli che le attribuisce il Copernico, dovendosi muover d'un solo; essendo manifesto, per le ragioni di Aristotile, che ella si muove al suo centro, come mostrano le sue parti, che scendono ad angoli retti alla superficie sferica della Terra.

Sal. Molte cose sarebbon da dirsi e da considerarsi intorno alla testura di questo argomento; ma già che noi lo possiamo in brevi parole risolvere, non voglio per ora senza necessità diffondermi, e tanto più, quanto la risposta mi vien dal medesimo autore somministrata, mentre egli dice, nell'animale da un sol principio esser prodotte diverse operazioni: onde io per ora gli rispondo, con un simil modo da un sol principio derivare nella Terra diversi movimenti.

Simpl. A questa risposta non si quieterà punto l'autore dell'instanza, anzi vien pur ella totalmente atterrata da quello che ei soggiugne immediatamente per maggiore stabilimento dell'impugnazion fatta, sì come voi sentirete. Corrobora, dico, l'argomento con altra dignità, che è questa: che la natura non manca, né soprabbonda, nelle cose necessarie. Questo è manifesto a gli osservatori delle cose naturali e principalmente degli animali, ne' quali, perché dovevano muoversi di molti movimenti, la natura ha fatte loro molte flessure, e quivi acconciamente ha legate le parti per il moto, come alle ginocchia, a i fianchi, per il camminar de gli animali e per coricarsi a lor piacimento; in oltre nell'uomo ha fabbricate molte flessioni e snodature al gomito ed alla mano, per poter esercitar molti moti. Da queste cose si cava l'argomento contro al triplicato movimento della Terra: o vero il corpo uno e continuo, senza essere snodato da flessura nessuna, può esercitar diversi movimenti, o vero non può senza aver le flessure; se può senza, adunque, indarno ha la natura fabbricate le flessure negli animali, che è contro alla dignità; ma se non può senza, adunque la Terra, corpo

uno e continuo e privo di flessure e di snodamenti, non può di sua natura muoversi di più moti. Or vedete quanto argutamente va a incontrar la vostra risposta, che par quasi che l'avesse prevista.

Sal. Dite voi su 'l saldo, o pur parlate ironicamente?

Simpl. Io dico dal miglior senno ch' i' m'abbia.

Sal. Bisogna dunque che voi vi sentiate d'aver tanto buono in mano, da poter anco sostener la difesa di questo filosofo contro qualche altra replica che gli fusse fatta in contrario: però rispondetemi, vi prego, in sua grazia, già che non possiamo averlo presente. Voi primieramente, ammettete per vero che la natura abbia fatti gli articoli, le flessure e snodature a gli animali, acciocché si possano muover di molti e diversi movimenti; ed io vi nego questa proposizione, e dico che le flessioni son fatte acciocché l'animale possa muovere una o più delle sue parti, restando immobile il resto, e dico che quanto alle spezie e differenze de' movimenti, quelli sono di una sola, cioè tutti circolari: e per questo voi vedete, tutti i capi de gli ossi mobili esser colmi o cavi; e di questi, altri sono sferici, che son quelli che hanno a muoversi per tutti i versi, come fa nella snodatura della spalla il braccio dell'alfiere nel maneggiar l'insegna, e dello strozziere nel richiamar co 'l logoro il falcone, e tal è la flessura del gomito, sopra la quale si gira la mano nel forar col succhiello; altri son circolari per un sol verso e quasi cilindrici, che servono per le membra che si piegano in un sol modo, come le parti delle dita l'una sopra l'altra, etc. Ma senza più particolari incontri, un solo general discorso ne può far conoscer questa verità; e questo è, che di un corpo solido che si muova restando uno de' suoi estremi senza mutar luogo, il moto non può esser se non circolare: e perché nel muover l'animale uno delle sue membra non lo separa dall'altro suo conterminale, adunque tal moto è circolare di necessità.

Simpl. Io non l'intendo per questo verso; anzi veggo io l'animale muoversi di cento moti non circolari e diversissimi tra loro, e correre e saltare e salire e scendere e notare e molt'altri.

Sal. Sta bene: ma cotesti son moti secondarii, dependenti da i primi, che sono degli articoli e delle flessure. Al piegar delle gambe alle ginocchia e delle cosce a i fianchi, che son moti circolari delle parti, ne viene in conseguenza il salto o il corso, che son movimenti di tutto 'l corpo, e questi posson esser non circolari. Ora, perché del globo terrestre non si ha da muovere una parte sopra un'altra immobile, ma il movimento deve esser di tutto il corpo, non ci è bisogno di flessure.

Simpl. Questo (dirà la parte) potrebbe esser quando il moto fusse un solo; ma l'esser tre, e diversissimi tra di loro, non è possibile che s'accomodino in un corpo inarticolato.

Sal. Cotesta credo veramente che sarebbe la risposta del filosofo; contro alla quale io insurgo per un'altra banda, e vi domando se voi stimate che per via di articoli e flessure si potesse adattare il globo terrestre alla participazione di tre moti circolari diversi. Voi non rispondete? Già che voi tacete, risponderò io per il filosofo; il quale assolutamente direbbe di sì, perché altrimenti sarebbe stato superfluo e fuori del caso il metter in considerazione che la natura fa le flessioni acciocché il mobile possa muoversi di molti differenti, e che però, non avendo il globo terrestre flessure, non può aver i tre moti attribuitigli; perché, quando egli avesse stimato che né anco per via di flessure si potesse render atto a tali movimenti, arebbe liberamente pronunziato, il globo non poter muoversi di tre moti. Ora, stante questo, io prego voi, e per voi, se fusse possibile, il filosofo autor dell'argomento, ad essermi cortese d'insegnarmi in qual maniera bisognerebbe accomodar le flessure, acciocché i tre moti comodamente potessero esercitarsi; e vi concedo tempo per la risposta quattro e anco sei mesi. Intanto a me pare che un principio solo possa cagionar nel globo terrestre più moti, in quella guisa appunto, come dianzi risposi, che un sol principio, co 'l mezo di varii strumenti, produce moti multiplici e diversi nell'animale: e quanto all'articolazione, non ve n'è bisogno, dovendo esser i movimenti del tutto, e non di alcune parti; e perché hanno ad esser circolari,

la semplice figura sferica è la più bella articolazione che domandar si possa.

Simpl. Al più che vi si dovesse concedere, sarebbe che ciò potesse accader d'un movimento solo; ma di tre diversi, al parere mio e dell'autore, non è possibile, come egli pur continuando, e corroborando l'instanza, segue scrivendo: Figuriamoci co 'l Copernico che la Terra si muova, per propria facultà e da principio intrinseco, da occidente in oriente nel piano dell'eclittica, ed oltre a ciò che ella si rivolga, pur da principio intrinseco, intorno al suo proprio centro da oriente in occidente, e per il terzo moto ch'ella per propria inclinazione si pieghi da settentrione in austro ed all'incontro; essendo ella un corpo continuo e non collegato con flessioni e giunture, potrà mai la nostra stimativa e 'l nostro giudizio comprendere che un medesimo principio naturale e indistinto, cioè che una medesima propensione, si distragga insieme in diversi moti e quasi contrarii? Io non posso credere che alcuno sia per dir tal cosa, se non chi a dritto e a torto avesse preso a sostenere questa posizione.

Sal. Fermate un poco, e trovatemi questo luogo nel libro; mostrate. « Fingamus modo cum Copernico, Terram aliqua sua vi et ab indito principio impelli ab occasu ad ortum in eclipticæ plano, tum rursus revolvi ab indito etiam principio circa suimet centrum ab ortu in occasum, tertio deflecti rursus suopte nutu a septentrione in austrum et vicissim. » [85] Io dubitavo, signor Simplicio, che voi non aveste preso errore nel riferirci le parole dell'autore; ma veggo che egli stesso, e pur troppo gravemente, si inganna, e con mio dispiacere comprendo ch' e' si è posto ad impugnar una posizione la quale e' non ha ben capita; imperocché questi non sono i movimenti che 'l Copernico attribuisce alla Terra. E donde cava egli che 'l Copernico faccia il moto annuo per

[85] « Supponiamo ora con Copernico che la Terra, per qualche sua virtù o principio intrinseco, sia spinta da occidente a oriente sul piano dell'ellittica, e che poi, sempre per un suo principio intrinseco, giri attorno al suo centro da oriente ad occidente, e in terzo luogo pieghi, per una sua inclinazione, da settentrione verso austro e viceversa ».

l'eclittica contrario al moto circa il proprio centro? bisogna che e' non abbia letto il suo libro, che in cento luoghi, ed anco ne i primi capitoli, scrive tali movimenti esser amendue verso le medesime parti, cioè da occidente verso oriente. Ma senza sentirlo da altri, non dovev'egli per se stesso comprendere, che attribuendosi alla Terra i movimenti che si levano l'uno al Sole e l'altro al primo mobile, bisognava che fussero necessariamente fatti pel medesimo verso?

Simpl. Guardate pur di non errar voi, ed il Copernico insieme. Il moto diurno del primo mobile non è egli da levante a ponente? ed il moto annuo del Sole per l'eclittica non è, per l'opposito, da ponente a levante? come dunque volete che i medesimi, trasferiti nella Terra, di contrarii divengan concordi?

Sagr. Certo che il signor Simplicio ci ha scoperta l'origine dell'error di questo filosofo: è forza che esso ancora abbia fatto l'istesso discorso.

Sal. Or che si può, caviamo d'errore almanco il signor Simplicio. Il quale, vedendo le stelle nel nascere alzarsi sopra l'orizonte orientale, non arà difficultà nell'intendere, che quando tal moto non fusse delle stelle, bisognerebbe necessariamente dire che l'orizonte con moto contrario si abbassasse, ed in conseguenza che la Terra si volgesse in se stessa al contrario di quel che ci sembrano muoversi le stelle, cioè da occidente verso oriente, che è secondo l'ordine de' segni del zodiaco. Quanto poi all'altro moto, essendo il Sole fisso nel centro del zodiaco e la Terra mobile per la circonferenza di quello, per far che il Sole ci apparisca muoversi per esso zodiaco secondo l'ordine de i segni, è necessario che la Terra cammini secondo il medesimo ordine, attesoché il Sole ci apparisce sempre occupar nel zodiaco il grado opposto al grado nel quale si trova la Terra: e così, scorrendo la Terra, verbigrazia, l'Ariete, il Sole apparirà scorrer la Libra, e passando la Terra per il segno del Toro, il Sole scorrerà per quello dello Scorpione; la Terra per i Gemini, il Sole per il Sagittario: ma quest'è muoversi per il medesimo verso amendue, cioè secondo l'ordine de'

segni, come anco era la revoluzion della Terra circa il proprio centro.

Simpl. Ho inteso benissimo, né saprei qual cosa produr per isgravio d'un tanto errore.

Sal. Ma piano, signor Simplicio, ché ce n'è un altro maggior di questo: ed è, ch' e' fa muover la Terra per il moto diurno intorno al proprio centro da oriente verso occidente, e non comprende che quando questo fusse, il movimento delle 24 ore dell'universo ci apparirebbe fatto da ponente verso levante, per l'opposito giusto di quel che noi veggiamo.

Simpl. Oh io, che appena ho veduti i primi elementi della sfera [86], son sicuro che non arei errato sì gravemente.

Sal. Giudicate ora quale studio si può stimare che abbia fatto questo oppositore ne i libri del Copernico, se e' prende al rovescio questa principale e massima ipotesi, sopra la quale si fonda tutta la somma delle cose nelle quali il Copernico dissente dalla dottrina d'Aristotile e di Tolomeo. Quanto poi a questo terzo moto che l'autore, pur di mente del Copernico, assegna al globo terrestre, non so di quale e' si voglia intendere: quello non è egli sicuramente che il Copernico gli attribuisce congiuntamente con gli altri due, annuo e diurno, che non ha che fare co 'l declinare verso austro e settentrione, ma solo serve per mantener l'asse della revoluzion diurna continuamente parallelo a se stesso; talché bisogna dire, o che l'oppositore non abbia compreso questo, o l'abbia dissimulato. Ma benché questo solo grave mancamento bastasse a liberarne dall'obbligo di più occuparci nella considerazione delle sue opposizioni, tuttavia voglio ritenerle in stima, sì come veramente meritano di esser apprezzate assai più che mille altre di altri vani oppositori. Tornando dunque all'instanza, dico che i due movimenti annuo e diurno non sono altrimenti contrarii, anzi son per il medesimo verso, e però posson dependere da un medesimo

[86] John di Holywood, cosmografo inglese del sec. XIII, noto di più col nome di Sacrobosco o Sacrobusto, scrisse un popolare trattato di astronomia intitolato *La sfera*.

principio; il terzo vien talmente in conseguenza dell'annuo, da per se stesso e spontaneamente, che non vi bisogna chiamar principio interno né esterno (come a suo tempo dimostrerò) dal quale, come da causa, venga prodotto.

Sagr. Voglio pur io ancora, scorto dal discorso naturale, dire a questo oppositore qualche cosa. Il qual vuol condennare il Copernico se io non gli so puntualmente risolvere tutti i dubbii e risponder a tutte le opposizioni che ei gli fa, quasi che in conseguenza della mia ignoranza segua necessariamente la falsità della sua dottrina: ma se questo termine di condennar gli scrittori gli par iuridico, non dovrà parergli fuor di ragione se io non approverò Aristotile e Tolomeo, quando egli non risolva meglio di me le difficultà medesime ch'io gli promuovo nella loro dottrina. E' mi domanda quali siano i principii, per i quali il globo terrestre si muove del moto annuo nel zodiaco, e del diurno per l'equinoziale in se stesso. Dicogli che e' sono una cosa simile a quelli per i quali Saturno si muove per il zodiaco in 30 anni, ed in se stesso in tempo molto più breve secondo l'equinoziale, come lo scoprirsi ed ascondersi de i suoi globi collaterali ci mostra [87]; e una cosa simile a quella per la quale ei concederebbe senza scrupolo che il Sole scorresse l'eclittica in un anno, ed in se stesso si rivolgesse parallelo all'equinoziale in manco d'un mese, come sensatamente mostrano le sue macchie; e una cosa simil a quella per la quale le stelle Medicee scorrono il zodiaco in 12 anni, e tra tanto si volgono in cerchi piccolissimi ed in tempi brevissimi intorno a Giove.

Simpl. Quest'autore vi negherà tutte queste cose, come inganni della vista, mediante i cristalli del telescopio.

Sagr. Oh questo sarebbe un volerne troppo per sé, mentre e' vuole che l'occhio semplice non si possa ingannare nel giudicar il moto retto de' gravi descendenti, e vuol che e' si inganni nel comprendere questi altri movimenti, mentre la sua virtù vien perfezionata ed accresciuta a trenta

[87] Cfr. le lettere al Vinta e a Giuliano de' Medici del 1610, con le quali Galilei annunciò la scoperta della tricorporeità di Saturno (vol. I, pp. 867-76).

doppii. Diciamogli dunque che la Terra partecipa la pluralità di movimenti in un modo simile e forse il medesimo, co 'l quale la calamita ha il muoversi in giù, come grave, e due moti circolari, uno orizontale e l'altro verticale, sotto il meridiano. Ma che più? ditemi, signor Simplicio: tra chi credete voi che quest'autore mettesse maggior diversità, tra il moto retto e 'l circolare, o tra il moto e la quiete?

Simpl. Tra il moto e la quiete sicuramente. E quest'è manifesto; perché il moto circolare non è contrario al retto per Aristotile, anzi e' concede che si possano mescolare; il che è impossibile del moto e della quiete.

Sagr. Adunque proposizione meno improbabile è il porre in un corpo naturale due principii interni, uno a 'l moto retto e l'altro al circolare, che due, pur interni, uno al moto e l'altro alla quiete. Ora, della naturale inclinazione che risegga nelle parti della Terra, di ritornar al suo tutto quando per violenza ne vengono separate, concordano insieme amendue le posizioni; e solo dissentono nell'operazion del tutto, ché questa vuole che per principio interno stia immobile, e quella gli attribuisce il moto circolare: ma per la vostra concessione e di questo filosofo, due principii, uno al moto e l'altro alla quiete, son incompatibili insieme, sì come incompatibili sono gli effetti; ma non già accade questo de i due movimenti retto e circolare, che nulla repugnanza hanno fra di loro.

Sal. Aggiugnete di più; che probabilissimamente può essere che il movimento che fa la parte della Terra separata, mentre si riconduce al suo tutto, sia esso ancora circolare, come di già si è dichiarato: talché per tutti i rispetti, in quanto appartiene al presente caso, la mobilità sembra, più accettabile che la quiete. Ora seguite, signor Simplicio, quello che resta.

Simpl. Fortifica l'autore l'instanza con additarci un altro assurdo, cioè che gli stessi movimenti convengano a nature sommamente diverse: ma l'osservazione ci insegna, l'operazioni e i moti di nature diverse esser diversi; e la ragione lo conferma, perché altrimenti non avremmo ingresso per conoscere e distinguer le nature, quando elle non avessero

i lor moti ed operazioni che ci scorgessero alla cognizione delle sustanze.

Sagr. Io ho dua o tre volte osservato ne i discorsi di quest'autore, che per prova che la cosa stia nel tale e nel tal modo, e' si serve del dire che in quel tal modo si accomoda alla nostra intelligenza, o che altrimenti non avremmo adito alla cognizione di questo o di quell'altro particolare, o che il criterio della filosofia si guasterebbe, quasi che la natura prima facesse il cervello a gli uomini, e poi disponesse le cose conforme alla capacità de' loro intelletti. Ma io stimerei più presto, la natura aver fatte prima le cose a suo modo, e poi fabbricati i discorsi umani abili a poter capire (ma però con fatica grande) alcuna cosa de' suoi segreti.

Sal. Io son dell'istessa opinione. Ma dite, signor Simplicio: quali sono queste nature diverse, alle quali, contro all'osservazione ed alla ragione, il Copernico assegna moti ed operazioni medesime?

Simpl. Eccole: l'acqua e l'aria (che pur sono nature diverse dalla terra), e tutte le cose che in tali elementi si trovano, aranno ciascheduna quei tre movimenti che il Copernico finge nel globo terrestre. E segue di dimostrar geometricamente come in via del Copernico una nugola che sia sospesa in aria, e che per lungo tempo ci soprastia al capo senza mutar luogo, bisogna necessariamente ch'ell'abbia tutti tre que' movimenti che ha il globo terrestre: la dimostrazione è questa, e voi la potete legger da per voi, ch'io non la saprei riferir a mente.

Sal. Io non istarò altrimenti a leggerla, anzi stimo superfluo l'avercela posta, perch'io son sicuro che nessuno de gli aderenti del moto della Terra glie la negherà. Però, ammessagli la dimostrazione, parliamo dell'instanza; la qual non mi pare che abbia molta forza di concluder nulla contro alla posizione del Copernico, avvengaché niente si deroga a quei moti e a quelle operazioni per i quali si vien in cognizione delle nature etc. Rispondetemi in grazia, signor Simplicio: quelli accidenti ne' quali alcune cose puntualissima-

mente convengono, ci posson eglin servire per farci conoscer le diverse nature di quelle tali cose?

Simpl. Signor no, anzi tutto l'opposito, perché dall'identità delle operazioni e degli accidenti non si può argumentare salvo che una identità di nature.

Sal. Talché le diverse nature dell'acqua, della terra, dell'aria, e dell'altre cose che sono per questi elementi, voi non l'arguite da quelle operazioni nelle quali tutti questi elementi e loro annessi convengono, ma da altre operazioni: sta così?

Simpl. Così è in effetto.

Sal. Talché quello che lasciasse ne gli elementi tutti quei moti operazioni ed altri accidenti per i quali si distinguono le lor nature, non ci priverebbe del poter venire in cognizione di esse, ancorché e' rimovesse poi quella operazione nella quale unitamente convengono, e che perciò non serve nulla per la distinzione di tali nature.

Simpl. Credo che il discorso proceda benissimo.

Sal. Ma che la terra, l'acqua e l'aria siano di natura egualmente costituite immobili intorno al centro, non è opinione vostra, dell'autore, di Aristotile, di Tolomeo e di tutti i lor seguaci?

Simpl. È ricevuta come verità irrefragabile.

Sal. Adunque da questa comune natural condizione, di quietare intorno al centro, non si trae argomento delle diverse nature di questi elementi e cose elementari, ma convien apprender tal notizia da altre qualità non comuni; e però chi levasse a gli elementi solamente questa quiete comune e gli lasciasse loro tutte l'altre operazioni, non impedirebbe punto la strada che ne guida alla cognizione delle loro essenze: ma il Copernico non leva loro altro che questa comune quiete, e glie la tramuta in un comunissimo moto, lasciandogli la gravità, la leggierezza, i moti in su, in giù, più tardi, più veloci, la rarità, la densità, le qualità di caldo, freddo, secco, umido, ed in somma tutte l'altre cose: adunque un tal assurdo, qual s'immagina questo autore, non è altrimenti nella posizion Copernicana: né il convenire in una identità di moto importa più o meno che il convenire in una identità di quiete, circa 'l diversificare o

non diversificar nature. Or dite se ci è altro argomento in contrario.

Simpl. Séguita una quarta instanza, presa pur da una naturale osservazione, che è che i corpi del medesimo genere hanno moti che convengono in genere, o vero convengono nella quiete: ma nella posizione del Copernico, corpi che convengono in genere, e tra di loro similissimi, arebbono in quanto al moto una somma sconvenienza, anzi una diametral repugnanza; imperocché stelle tanto tra di loro simili, nulladimeno nel moto sarebbero tanto dissimili, poiché sei pianeti andrebbono in volta perpetuamente, ma il Sole e tutte le stelle fisse perpetuamente starebbero immote.

Sal. La forma dell'argomentare mi par concludente, ma credo bene che l'applicazione o la materia sia difettosa; e purché l'autore voglia persistere nel suo assunto, la conseguenza verrà senz'altro direttamente contro di lui. Il progresso dell'argomento è tale: Tra i corpi mondani, sei ce ne sono che perpetuamente si muovono, e sono i sei pianeti; de gli altri, cioè della Terra, del Sole e delle stelle fisse, si dubita chi di loro si muova e chi stia fermo, essendo necessario che se la Terra sta ferma, il Sole e le stelle fisse si muovano, e potendo anch'essere che il Sole e le fisse stessero immobili, quando la Terra si muovesse; cercasi, in dubbio del fatto, a chi più convenientemente si possa attribuire il moto, ed a chi la quiete. Detta il natural discorso, che il moto debba stimarsi essere di chi più in genere ed in essenza conviene con quei corpi che indubitatamente si muovono, e la quiete di chi da i medesimi più dissente; ed essendo che un'eterna quiete e perpetuo moto sono accidenti diversissimi, è manifesto che la natura del corpo sempre mobile convien che sia diversissima dalla natura del sempre stabile; cerchiamo dunque, mentre stiamo ambigui del moto e della quiete, se per via di qualche altra rilevante condizione potessimo investigare chi più convenga con i corpi sicuramente mobili, o la Terra, o pure il Sole e le stelle fisse. Ma ecco la natura, favorevole al nostro bisogno e desiderio, ci somministra due condizioni insigni, e differenti non meno che 'l moto e la quiete, e sono la luce e le tene-

bre, cioè l'esser per natura splendidissimo, e l'esser oscuro e privo di ogni luce. Son dunque diversissimi d'essenza i corpi ornati d'un interno ed eterno splendore, da i corpi privi d'ogni luce: priva di luce è la Terra; splendidissimo per se stesso è il Sole, e non meno le stelle fisse; i sei pianeti mobili mancano totalmente di luce, come la Terra; adunque l'essenza loro convien con la Terra, e dissente dal Sole e dalle stelle fisse: mobile dunque è la Terra, immobile il Sole e la sfera stellata.

Simpl. Ma l'autore non concederà che i sei pianeti sien tenebrosi, e su tal negativa si terrà saldo, o vero egli argomenterà la conformità grande di natura tra' sei pianeti e il Sole e le stelle fisse, e la difformità tra questi e la Terra, da altre condizioni che dalle tenebre e dalla luce; anzi, or ch'io m'accorgo, nell'instanza quinta, che segue, ci è posta la disparità somma tra la Terra e i corpi celesti: nella quale egli scrive, che gran confusione e intorbidamento sarebbe nel sistema dell'universo e tra le sue parti secondo l'ipotesi del Copernico; imperocché tra corpi celesti immutabili ed incorruttibili, secondo Aristotile e Ticone ed altri, tra corpi, dico, di tanta nobiltà, per confessione di ognuno e dell'istesso Copernico, che afferma quelli esser ordinati e disposti in un'ottima costituzione, e che da quelli rimuove ogni inconstanza di virtù, tra corpi, dico, tanto puri, cioè tra Venere e Marte, collocar la sentina di tutte le materie corruttibili, cioè la Terra, l'acqua, l'aria e tutti i misti! Ma quanto più prestante distribuzione e più alla natura conveniente, anzi a Dio stesso architetto, sequestrar i puri da gl'impuri, i mortali da gl'immortali, come insegnano l'altre scuole, che ci insegnano come queste materie impure e caduche son contenute nell'angusto concavo dell'orbe lunare, sopra 'l quale con serie non interrotta s'alzano poi le cose celesti!

Sal. È vero che 'l sistema Copernicano mette perturbazione nell'universo d'Aristotile; ma noi trattiamo dell'universo nostro, vero e reale. Quando poi la disparità d'essenza tra la Terra e i corpi celesti la vuol quest'autore inferire dall'incorruttibilità di quelli e corruttibilità di questa, in via

d'Aristotile, dalla qual disparità e' concluda il moto dover esser del Sole e delle fisse e l'immobilità della Terra, va vagando nel paralogismo, supponendo quel che è in quistione; perché Aristotile inferisce l'incorruttibilità de' corpi celesti dal moto, del quale si disputa se sia loro o della Terra. Della vanità poi di queste retoriche illazioni, se n'è parlato a bastanza. E qual cosa più insulsa che dire, la Terra e gli elementi esser relegati e separati dalle sfere celesti, e confinati dentro all'orbe lunare? ma non è l'orbe lunare una delle celesti sfere, e, secondo il consenso loro, compresa nel mezo di tutte l'altre? nuova maniera di separare i puri da gl'impuri e gli ammorbati da' sani, dar a gl'infetti stanza nel cuore della città! io credeva che il lazeretto se le dovesse scostare più che fusse possibile. Il Copernico ammira la disposizione delle parti dell'universo per aver Iddio costituita la gran lampada, che doveva rendere il sommo splendore a tutto il suo tempio, nel centro di esso, e non da una banda. Dell'esser poi il globo terrestre tra Venere e Marte, ne tratteremo in breve: e voi stesso, in grazia di quest'autore, farete prova di rimuovernelo. Ma, di grazia, non intrecciamo questi fioretti rettorici con la saldezza delle dimostrazioni, e lasciamogli a gli oratori o più tosto a i poeti, li quali hanno saputo con lor piacevolezze inalzar con laude cose vilissime ed anco tal volta perniziose; e se altro ci resta, spediamoci quanto prima.

Simpl. Ci è il sesto ed ultimo argomento: nel qual ei pone per cosa molto inverisimile che un corpo corruttibile e dissipabile si possa muovere d'un moto perpetuo e regolare; e questo conferma con l'esempio de gli animali, li quali, movendosi di moto a loro naturale, pur si straccano, ed hanno bisogno di riposo per restaurare le forze; ma che ha da fare tal movimento con quel della Terra, immenso al paragon del loro? ma, più, farla muovere di tre moti discorrenti e distraenti in parti diverse? chi potrà mai asserir tali cose, salvo che quelli che si fussero giurati lor difensori? Né vale in questo caso quel che produce il Copernico, che per essere questo moto naturale alla Terra, e non violento, opera contrarii effetti da i moti violenti; e che si dissolvon bene, né

posson lungamente sussister, le cose alle quali si fa impeto, ma le fatte dalla natura si conservano nell'ottima loro disposizione; non val, dico, questa risposta, che vien atterrata dalla nostra. Imperocché l'animale è pur corpo naturale, e non fabbricato dall'arte, ed il movimento suo è naturale, derivando dall'anima, cioè da principio intrinseco; e violento è quel moto il cui principio è fuori, ed al quale niente conferisce la cosa mossa: tuttavia, se l'animal continua lungo tempo il suo moto, si stracca, ed anco si muore, quando si vuole sforzare ostinatamente. Vedete dunque come in natura si incontrano da tutte le bande vestigii contrarianti alla posizione del Copernico, né mai de' favorabili. E per non aver a ripigliar più la parte di questo oppositore, sentite quel ch'ei produce contro al Keplero (co 'l quale ei disputa), in proposito di quello che esso Keplero istava contro a quelli a i quali pare inconveniente, anzi impossibil cosa, l'accrescer in immenso la sfera stellata, come ricerca la posizion del Copernico. Instà dunque il Keplero dicendo: « Difficilius est accidens præter modulum subiecti intendere, quam subiectum sine accidente augere: Copernicus igitur verisimilius facit, qui auget orbem stellarum fixarum absque motu, quam Ptolæmeus, qui auget motum fixarum immensa velocitate. »[88] La qual instanza scioglie l'autore, maravigliandosi di quanto il Keplero s'inganni nel dire che nell'ipotesi di Tolomeo si cresca il moto fuor del modello del subietto, imperocché a lui pare che non si accresca se non conforme al modello, e che secondo il suo accrescimento si agumenti la velocità del moto: il che prova egli con figurarsi una macina che dia una revoluzione in 24 ore, il qual moto si chiamerà tardissimo; intendendosi poi il suo semidiametro prolungato sino alla distanza del Sole, la sua estremità agguaglierà la velocità del Sole; prolungatolo sino alla sfera

[88] « È più difficile intendere l'accidente fuor del modello del soggetto, che accrescere il soggetto senza l'accidente. Copernico dunque opera in modo più verisimile, aumentando l'orbita delle stelle fisse senza il moto, che non Tolomeo che aumenta il moto delle stelle fisse con grandissima velocità ».

stellata, agguaglierà la velocità delle fisse, benché nella circonferenza della macina sia tardissimo. Applicando ora questa considerazione della macina alla sfera stellata, intendiamo un punto nel suo semidiametro vicino al centro quant'è il semidiametro della macina; il medesimo moto, che nella sfera stellata è velocissimo, in qual punto sarà tardissimo: ma la grandezza del corpo è quella che di tardissimo lo fa divenir velocissimo, ancorché e' continui d'esser il medesimo; e così la velocità cresce non fuor del modello del subietto, anzi cresce secondo quello e la sua grandezza, molto diversamente da quel che stima il Keplero.

Sal. Io non credo che quest'autore si sia formato concetto del Keplero così tenue e basso, che e' possa persuadersi che e' non abbia inteso che il termine altissimo d'una linea tirata dal centro sin all'orbe stellato si muove più velocemente che un punto della medesima linea vicino al centro a due braccia: e però è forza che e' capisca e comprenda che il concetto e l'intenzione del Keplero è stata di dire, minore inconveniente esser l'accrescer un corpo immobile a somma grandezza, che l'attribuire una somma velocità a un corpo pur vastissimo, avendo riguardo al modulo, cioè alla norma ed all'esempio, de gli altri corpi naturali, ne i quali si vede che crescendo la distanza dal centro, si diminuisce la velocità, cioè che i periodi delle lor circolazioni ricercano tempi più lunghi; ma nella quiete, che non è capace di farsi maggiore o minore, la grandezza o piccolezza del corpo non fa diversità veruna. Talché, se la risposta dell'autore debbe andar ad incontrar l'argomento del Keplero, è necessario che esso autore stimi che al principio movente l'istesso sia muover dentro al medesimo tempo un corpo piccolissimo ed uno immenso, essendo che l'augumento della velocità vien senz'altro in conseguenza dell'accrescimento della mole: ma quest'è poi contro alle regole architettoniche della natura, la quale osserva nel modello delle minori sfere, sì come veggiamo ne i pianeti e sensatissimamente nelle stelle Medicee, di far circolare gli orbi minori in tempi più brevi, onde il tempo della revoluzion di Saturno è più lungo di tutti i tempi dell'altre sfere minori,

essendo di 30 anni: ora il passar da questa a una sfera grandemente maggiore, e farla muover in 24 ore, può ben ragionevolmente dirsi uscir delle regole del modello. Sì che, se noi attentamente considereremo, la risposta dell'autore va non contro al concetto e senso dell'argomento, ma contro alla spiegatura e 'l modo del parlare; dove anco l'autore ha il torto né può negare di non aver ad arte dissimulato l'intelligenza delle parole, per gravar il Keplero d'una troppo crassa ignoranza: ma l'impostura è stata tanto grossolana, che non ha potuto con sì gran tara difalcar del concetto che ha della sua dottrina impresso il Keplero nelle menti de i litterati. Quanto poi all'instanza contro al perpetuo moto della Terra, presa dall'esser impossibil cosa che ella continuasse senza straccarsi, essendo che gli animali stessi, che pur si muovon naturalmente e da principio interno, si straccano ed hanno bisogno di riposo per relassar le membra...

Sagr. Mi par di sentire il Keplero rispondergli, che pur ci sono de gli animali che si rinfrancano dalla stanchezza co 'l voltolarsi per terra, e che però non si deve temer che il globo terrestre si stracchi; anzi ragionevolmente si può dire che e' goda d'un perpetuo e tranquillissimo riposo, mantenendosi in un eterno rivoltolamento.

Sal. Voi, signor Sagredo, sete troppo arguto e satirico: ma lasciamo pur gli scherzi da una banda, mentre trattiamo di cose serie.

Sagr. Perdonatemi, signor Salviati: questo ch'io dico non è miga così fuor del caso quanto forse voi lo fate; perché un movimento che serva per riposo e per rimuover la stanchezza a un corpo defatigato dal viaggio, può molto più facilmente servire a non la lasciar venire, sì come più facili sono i rimedii preservativi che i curativi. E io tengo per fermo, che quando il moto de gli animali procedesse come questo che viene attribuito alla Terra, e' non si stancherebbero altrimenti, avvenga che lo stancarsi il corpo dell'animale deriva, per mio credere, dall'impiegare una parte sola per muover se stessa e tutto il resto del corpo: come, verbigrazia, per camminare si impiegano le cosce e le gambe solamente, per portar loro stesse e tutto il rimanente; al-

l'incontro vedrete il movimento del cuore esser come infatigabile, perché muove sé solo. In oltre, non so quanto sia vero che il movimento dell'animale sia naturale, e non più tosto violento; anzi credo che si possa dir con verità che l'anima muove naturalmente le membra dell'animale di moto preternaturale: perché, se il moto all'insù è preternaturale a i corpi gravi, l'alzar le gambe e le cosce, che son corpi gravi, per camminare, non si potrà far senza violenza, e però non senza fatica del movente; il salir su per una scala porta il corpo grave, contro alla sua naturale inclinazione, all'in su, onde ne segue la stanchezza, mediante la natural repugnanza della gravità a cotal moto. Ma per muover un mobile di un movimento al quale e' non ha repugnanza nissuna, qual lassezza o diminuzion di virtù e di forza si deve temer nel movente? e perché si deve scemar la forza dove non se n'esercita punto?

Simpl. Sono i moti contrarii, de i quali il globo terrestre si figura muoversi, quelli sopra i quali l'autore fonda la sua instanza.

Sagr. Già si è detto che non sono altrimenti contrarii, e che in questo l'autore si è grandemente ingannato, talché il vigore di tutte l'instanza si volge contro l'impugnator medesimo, mentre e' voglia che il primo mobile rapisca tutte le sfere inferiori contro al moto il quale esse nell'istesso tempo e continuamente esercitano. Al primo mobile, dunque, tocca a stancarsi, che, oltre al muovere se stesso, deve condur tant'altre sfere, le quali, di più, con movimento contrario gli contrastano. Talché quest'ultima conclusione che l'autor inferiva, con dir che discorrendo per gli effetti di natura s'incontrano sempre cose favorabili per l'opinion d'Aristotile e Tolomeo, e non mai alcuna che non contrarii al Copernico, ha bisogno d'una gran considerazione; e meglio è dire, che sendo una di queste due posizioni vera, e l'altra necessariamente falsa, è impossibile che per la falsa s'incontri mai ragione, esperienza o retto discorso che le sia favorevole, sì come alla vera nessuna di queste cose può esser repugnante. Gran diversità dunque convien che si trovi tra i discorsi e gli argomenti che si producono dall'una e

dall'altra parte in pro e contro a queste due opinioni, la forza de i quali lascerò che giudichiate voi stesso, signor Simplicio.

Sal. Voi, signor Sagredo, trasportato dalla velocità del vostro ingegno, mi tagliaste dianzi il ragionamento, mentre io volevo dire alcuna cosa in risposta di quest'ultimo argomento dell'autore; e benché voi gli abbiate più che a sufficienza risposto, voglio ad ogni modo aggiugner non so che, che allora avevo in mente. Egli pone per cosa molto inverisimile che un corpo dissipabile e corruttibile, qual è la Terra, possa perpetuamente muoversi d'un movimento regolare, massime vedendo noi gli animali finalmente stancarsi ed aver necessità di riposo; e gli accresce l'inverisimile il dover essere tal moto di velocità incomparabile e immensa, rispetto a quella de gli animali. Ora io non so intendere perché la velocità della Terra l'abbia di presente a perturbare, mentre quella della sfera stellata, tanto e tanto maggiore, non gli arreca disturbo più considerabile che se gli arrechi la velocità d'una macine, la quale in 24 ore dia una sola revoluzione. Se per esser la velocità della conversion della Terra su 'l modello di quella della macine non si tira in conseguenza cose di maggior efficacia di quella, cessi l'autore di temer lo stancarsi della Terra, perché né anco qualsivoglia ben fiacco e pigro animale, dico né anco un camaleonte, si straccherebbe col muoversi non più di cinque o sei braccia in 24 ore; ma se e' vuol considerar la velocità non più su 'l modello della macine, ma assolutamente, ed in quanto in 24 ore il mobile ha da passare uno spazio grandissimo, molto più si dovrebbe mostrar renitente a concederla alla sfera stellata, la quale con velocità incomparabilmente maggiore di quella della Terra deve condur seco migliaia di corpi, ciaschedun grandemente maggiore del globo terrestre.

Resterebbe ora che noi vedessimo le prove per le quali l'autore conclude, le stelle nuove del 72 e del 604 essere state sublunari, e non celesti, come comunemente si persuasero gli astronomi di quei tempi, impresa veramente grande; ma ho pensato, per essermi tale scrittura nuova, e lunga per

i tanti calcoli, che sarà più espediente che io tra stasera e domattina ne vegga quel più ch'io potrò, e domani poi, tornando a i soliti ragionamenti, vi referisca quello che avrò ritratto: e se ci avanzerà tempo, verremo a discorrere del movimento annuo attribuito alla Terra. Intanto, se voi avete da dire alcuna cosa, ed in particolare il signor Simplicio, intorno alle cose attenenti al moto diurno, assai lungamente da me esaminato, ci avanza ancora un poco di tempo da poter discorrere.

Simpl. A me non resta altro che dire, se non che i discorsi auti in questo giorno mi son ben parsi ripieni di pensieri molto acuti e ingegnosi, prodotti per la parte del Copernico in confermazion del moto della Terra, ma non mi sento già persuaso a crederlo; perché finalmente le cose dette non concludon altro se non che le ragioni per la stabilità della Terra non son necessarie, ma non però si è prodotta dimostrazione alcuna per la parte contraria, la quale necessariamente convinca e concluda la mobilità.

Sal. Io non ho mai preso, signor Simplicio, a rimuovervi dalla vostra opinione, né meno ardirei di definitivamente sentenziar sopra sì gran litigio; ma solamente è stata, e sarà anco nelle disputazioni seguenti, mia intenzione di farvi manifesto, che quelli che hanno creduto che questo moto velocissimo delle 24 ore sia della Terra sola, e non dell'universo trattane la sola Terra, non si erano persuasi che in cotal guisa potesse e dovesse essere, come si dice, alla cieca, ma che benissimo avevano vedute sentite ed esaminate le ragioni della contraria opinione, ed anco non leggiermente rispostole. Con questa medesima intenzione, quando così sia di gusto vostro e del signor Sagredo, potremo passare alla considerazione dell'altro movimento, prima da Aristarco Samio e poi da Niccolò Copernico attribuito al medesimo globo terrestre, il quale è, come credo che voi già abbiate sentito, fatto sotto il zodiaco, dentro allo spazio d'un anno, intorno al Sole, immobilmente collocato nel centro di esso zodiaco.

Simpl. La quistione è tanto grande e tanto nobile, che molto curiosamente sentirò discorrerne, presupponendo d'aver

a sentir tutto quello che in tal materia si possa dire. Andrò poi meco medesimo facendo con mio comodo reflession maggiore sopra le cose sentite e da sentirsi; e quando altro io non guadagni, non sarà poco il poterne con più fondamento discorrere.

Sagr. Adunque, per non stancar più il signor Salviati, faremo punto a i ragionamenti d'oggi, e domani ripiglieremo, conforme al solito, i discorsi, con isperanza d'aver a sentir gran novità.

Simpl. Io lascio il libro delle stelle nuove, ma riporto questo delle conclusioni, per riveder quello che vi è scritto contro al moto annuo, che deve esser la materia de' ragionamenti di domani.

GIORNATA TERZA [1]

Sagr. Il desiderio grande con che sono stato aspettando la venuta di Vostra Signoria, per sentir le novità de i pensieri intorno alla conversione annua di questo nostro globo, mi ha fatto parer lunghissime le ore notturne passate, ed anco queste della mattina, benché non oziosamente trascorse, anzi buona parte vegliate in riandar con la mente i ragionamenti di ieri, ponderando le ragioni addotte dalle parti a favor delle due contrarie posizioni, quella d'Aristotile e Tolomeo, e questa di Aristarco e del Copernico. E veramente parmi, che qualunque di questi si è ingannato, sia degno di scusa; tali sono in apparenza le ragioni che gli possono aver persuasi, tuttavolta però che noi ci fermassimo sopra le prodotte da essi primi autori gravissimi: ma, come che l'opinione peripatetica per la sua antichità ha auti molti seguaci e cultori, e l'altra pochissimi, prima per l'oscurità e poi per la novità, mi pare scorgerne tra quei molti, ed in

[1] In questa giornata Galilei continua l'analisi e la critica delle obbiezioni al moto terrestre; dopo aver dimostrato l'impossibilità di determinare la finitezza o infinitezza dell'universo e di precisare quindi se esso abbia un centro, Galilei dimostra che se un centro vi dev'essere, questo sarà il Sole e non la Terra. Dopo un'esposizione della disposizione dell'universo secondo Copernico, si indica qui il passo avanti compiuto dalla dottrina eliocentrica con l'invenzione del cannocchiale. Infine, Galilei riprende dal Gilbert la teoria secondo cui la Terra è come una grande calamita, allo scopo di studiare il comportamento dei corpi cadenti che subirebbero ad ogni istante l'attrazione della Terra e quindi non verrebbero disturbati dai moti di rotazione e di rivoluzione.

particolare tra i moderni, esserne alcuni che per sostentamento dell'oppinione da essi stimata vera abbiano introdotte altre ragioni assai puerili, per non dir ridicole.

Sal. L'istesso è occorso a me, e tanto più che a Vossignoria, quanto io ne ho sentite produrre di tali, che mi vergognerei a ridirle, non dirò per non denigrare la fama de i loro autori, i nomi de i quali si posson sempre tacere, ma per non avvilir tanto l'onore del genere umano. Dove io finalmente, osservando, mi sono accertato esser tra gli uomini alcuni i quali, preposteramente discorrendo, prima si stabiliscono nel cervello la conclusione, e quella, o perché sia propria loro o di persona ad essi molto accreditata, sì fissamente s'imprimono, che del tutto è impossibile l'eradicarla giammai; ed a quelle ragioni che a lor medesimi sovvengono o che da altri sentono addurre in confermazione dello stabilito concetto, per semplici ed insulse che elle siano, prestano subito assenso ed applauso, ed all'incontro, quelle che lor vengono opposte in contrario, quantunque ingegnose e concludenti, non pur ricevono con nausea, ma con isdegno ed ira acerbissima: e taluno di costoro, spinto dal furore, non sarebbe anco lontano dal tentar qualsivoglia machina per supprimere e far tacer l'avversario; ed io ne ho veduta qualche esperienza.

Sagr. Questi dunque non deducono la conclusione dalle premesse, né la stabiliscono per le ragioni, ma accomodano, o per dir meglio scomodano e travolgon, le premesse e le ragioni alle loro già stabilite e inchiodate conclusioni. Non è ben adunque cimentarsi con simili, e tanto meno, quanto la pratica loro è non solamente ingioconda, ma pericolosa ancora. Per tanto seguiteremo col nostro signor Simplicio, conosciuto da me di lunga mano per uomo di somma ingenuità e spogliato in tutto e per tutto di malignità: oltre che è assai pratico nella peripatetica dottrina, sì che io posso assicurarmi che quello che non sovverrà ad esso per sostentamento dell'opinione d'Aristotile, non potrà facilmente sovvenire ad altri. Ma eccolo appunto tutto anelante, il quale questo giorno si è fatto desiderare un gran pezzo. Stavamo appunto dicendo mal di voi.

Simpl. Bisogna non accusar me, ma incolpar Nettunno, di questa mia così lunga dimora, che nel reflusso di questa mattina ha in maniera ritirate l'acque, che la gondola che mi conduceva, entrata non molto lontano di qui in certo canale dove non son fondamenta, è restata in secco, e mi è bisognato tardar lì più d'una grossa ora in aspettare il ritorno del mare. E quivi stando così senza poter smontar di barca, che quasi repentinamente arrenò, sono andato osservando un particolare che mi è parso assai maraviglioso: ed è che nel calar l'acque, si vedevan fuggir via molto velocemente per diversi rivoletti, sendo già il fango in più parti scoperto; e mentre io attendo a considerar quest'effetto, veggo in un tratto cessar questo moto, e senza intervallo alcuno di tempo cominciar a tornar la medesima acqua in dietro, e di retrogrado farsi il mar diretto, senza restar pure un momento stazionario: effetto, che per tutto il tempo che ho praticato Venezia, non mi è incontrato il vederlo altra volta.

Sagr. Non vi debbe anco esser molte volte accaduto il restar così in secco tra piccolissimi rivoletti, per i quali, per aver pochissima declività, l'abbassamento o alzamento solo di quanto è grossa una carta, che faccia la superficie del mare aperto, è assai per fare scorrere e ricorrer l'acqua per tali rivoletti per ben lunghi spazii; sì come in alcune spiagge marine l'alzamento del mare di 4 o 6 braccia solamente fa sparger l'acqua per quelle pianure per molte centinaia e migliaia di pertiche.

Simpl. Questo intendo benissimo, ma avrei creduto che tra l'ultimo termine dell'abbassamento e primo principio dell'alzamento dovesse interceder qualche notabile intervallo di quiete.

Sagr. Questo vi si rappresenterà quando vi porrete mente alle mura o a i pali dove queste mutazioni si fanno a perpendicolo; ma non è che veramente vi sia stato di quiete.

Simpl. Mi pareva, che per esser questi due moti contrarii, dovesse tra di loro esser in mezo qualche quiete; conforme anco alla dottrina d'Aristotile, che dimostra che « in puncto regressus mediat quies ».

Sagr. Mi ricordo benissimo di cotesto luogo, ma mi ricordo ancora che quando studiavo filosofia, non restai persuaso della dimostrazione d'Aristotile, anzi che avevo molte esperienze in contrario; le quali vi potrei anco addurre, ma non voglio che entriamo in altri pelaghi, essendo convenuti qui per discorrer della materia nostra, se sarà possibile, senza interromperla, come abbiamo fatto quest'altri giorni passati.

Simpl. E pur converrà, se non interromperla, almanco prolungarla assai, perché, ritornato iersera a casa, mi messi a rileggere il libretto delle conclusioni, dove trovo dimostrazioni contro a questo movimento annuo, attribuito alla Terra, molto concludenti; e perché non mi fidavo di poterle così puntualmente riferire, ho voluto riportar meco il libro.

Sagr. Avete fatto bene: ma se noi vogliamo ripigliare i ragionamenti conforme all'appuntamento di ieri, converrà sentir prima ciò che avrà da riferirci il signor Salviati intorno al libro delle stelle nuove, e poi senz'altri interrompimenti verremo al moto annuo. Ora, che dice il signor Salviati in proposito di tale stelle? son ellen veramente state trasportate di cielo in queste più basse regioni in virtù de' calcoli dell'autore prodotto dal signor Simplicio?

Sal. Io mi messi iersera a legger i suoi progressi, e questa mattina ancora gli ho data un'altra scorsa, per veder pure se quel che mi pareva aver letto la sera, vi era scritto veramente, o se erano state mie larve e imaginazioni fantastiche della notte: ed in somma trovo con mio gran cordoglio esservi veramente scritto e stampato quello che per riputazion di questo filosofo non avrei voluto. Che e' non conosca la vanità della sua impresa, non mi par possibile, sì perché l'è troppo scoperta, sì perché mi ricordo averlo sentito nominar con laude dall'Accademico amico nostro; parmi anco cosa troppo inverisimile che egli a compiacenza di altri si possa esser indotto ad aver in così poca stima la sua riputazione, ch' e' si sia indotto a far pubblica un'opera, della quale non poteva attenderne altro che biasimo appresso gl'intelligenti.

Sagr. Soggiugnete che saranno assai manco che un per cento, a ragguaglio di quelli che lo celebreranno ed esalteranno sopra tutti i maggiori intelligenti che sieno o sieno stati già mai. Uno che abbia saputo sostener la peripatetica inalterabilità del cielo contro a una schiera d'astronomi, e che, per lor maggior vergogna, gli abbia atterrati con le lor proprie armi! E che volete che possano quattro o sei per provincia, che scorgano le sue leggierezze, contro a gl'innumerabili che, non sendo atti a poterle scoprire né comprendere, se ne vanno presi alle grida, e tanto più gli applaudono quanto manco l'intendono? Aggiugnete che anco quei pochi che intendono, si asterranno di dar risposta a scritture tanto basse e nulla concludenti; e ciò con gran ragione, perché per gl'intendenti non ce n'è bisogno, e per quelli che intendono è fatica buttata via.

Sal. Il più proporzionato gastigo al lor demerito sarebbe veramente il silenzio, se non fusser altre ragioni per le quali è forse quasi necessario il risentirsi: l'una delle quali è, che noi altri Italiani ci facciamo spacciar tutti per ignoranti e diamo da ridere a gli oltramontani, e massime a quelli che son separati dalla nostra religione; ed io potrei mostrarvene di tali assai famosi, che si burlano del nostro Accademico e di quanti matematici sono in Italia, per aver lasciato uscire in luce e mantenervisi senza contradizione le sciocchezze di un tal Lorenzini [2] contro gli astronomi. Ma questo pur anco si potrebbe passare, rispetto ad altra maggior occasione di risa che si potesse porger loro, dependente dalla dissimulazione de gl'intelligenti intorno alle leggerezze di questi simili oppositori alle dottrine da loro non intese.

[2] Antonio Lorenzini, da Montepulciano, autore di un *Discorso intorno alla nuova stella* pubblicato a Padova nel 1605, allo scopo di confutare il valore che acquistava la stella apparsa nel 1604 ai fini della conferma della teoria copernicana. A lui rispose un certo Cecco de' Ronchitti da Brugine, con un dialogo *In perpuosito della nuova stella* in vernacolo padovano; il Favaro (*op. cit.*, I, 286-301) ritiene che l'autore sia lo stesso Galilei, che si sarebbe servito del padre Gerolamo Spinelli, monaco di S. Giustina, per la stesura in vernacolo; infatti in una lettera di Lorenzo Pignoria del 27 dicembre 1619, si dice che Cecco de' Ronchitti sarebbe il padre dello Spinelli.

Sagr. Io non voglio maggior esempio della petulanzia di costoro e dell'infelicità d'un pari del Copernico, sottoposto ad esser impugnato da chi non intende né anco la primaria sua posizione, per la quale gli è mossa la guerra.

Sal. Voi non meno resterete maravigliato della maniera del confutar gli astronomi che affermano, le stelle nuove essere state superiori a gli orbi de' pianeti, e per avventura nel firmamento stesso.

Sagr. Ma come potete voi in sì breve tempo aver esaminato tutto cotesto libro [3], che pure è un gran volume, ed è forza che le dimostrazioni sieno in gran numero?

Sal. Io mi son fermato su queste prime confutazioni sue, nelle quali con dodici dimostrazioni, fondate sopra le osservazioni di dodici astronomi, che tutti stimarono che la stella nuova del 72, apparsa in Cassiopea, fusse nel firmamento, prova per l'opposito lei essere stata sullunare, conferendo a due a due l'altezze meridiane prese da diversi osservatori in luoghi di differente latitudine, procedendo nella maniera che appresso intenderete: e perché mi par, nell'esaminar questo primo suo progresso, d'avere scoperto in quest'autore una gran lontananza dal poter concluder nulla contro a gli astronomi, in favor de' filosofi peripatetici, e che molto e molto più concludentemente si confermi l'opinion loro, non ho volsuto applicarmi con una simil pazienza nell'esaminar gli altri suo' metodi, ma gli ho dato una scorsa assai superficiale, sicuro che quella inefficacia che è in queste prime impugnazioni, sia parimente nell'altre: e sì come vedrete in fatto, pochissime parole bastano a confutar tutta quest'opera, benché construtta con tanti e tanti laboriosi calcoli, come voi vedete. Però sentite il mio progresso. Piglia quest'autore, per trafigger, come dico, gli avversarii con le lor proprie armi, un numero grande d'osservazioni fatte da lor medesimi, che pur sono da 12 o 13 autori in numero, e sopra una parte di quelle fa suoi calcoli, e conclude tali stelle essere state inferiori alla Luna. Ora, perché il proceder per

[3] L'*Antitycho* di Scipione Chiaramonti.

interrogazioni mi piace assai, già che non ci è l'autore stesso, rispondami il signor Simplicio, alle domande ch'io farò, quel ch' e' crederà che fusse per rispondere esso. E supponendo di trattar della già detta stella del 72, apparsa in Cassiopea, ditemi, signor Simplicio, se voi credete che ella potesse esser nell'istesso tempo collocata in diversi luoghi, cioè esser tra gli elementi, ed anco tra gli orbi de' pianeti, ed anco sopra questi e tra le stelle fisse, ed anco infinitamente più alta.

Simpl. Non è dubbio che bisogna dire che ella fusse in un sol luogo, ed in una sola e determinata distanza dalla Terra.

Sal. Adunque, quando le osservazioni fatte da gli astronomi fusser giuste, e che i calcoli fatti da questo autore non fussero errati, bisognerebbe necessariamente che da tutte quelle e da tutti questi se ne raccogliesse la medesima lontananza sempre per appunto: non è vero?

Simpl. Sin qua arriva a 'ntendere il mio discorso, che bisognerebbe che fusse così di necessità; né credo che l'autore contradicesse.

Sal. Ma quando de' molti e molti computi fatti non ne riuscissero per due solamente che s'accordassero, che giudizio ne fareste?

Simpl. Giudicherei che tutti fussero fallaci, o per colpa del computista o per difetto de gli osservatori; ed al più che si potesse dire, direi che un solo, e non più, fusse giusto, ma non saprei già elegger quale.

Sal. Vorreste voi dunque da fondamenti falsi dedurre e stabilir per vera una conclusione dubbia? certo no. Ora i calcoli di questo autore son tali, che nessuno confronta con un altro; vedete dunque quant'è da prestar lor fede.

Simpl. Veramente, come la cosa sia così, questo è un mancamento notabile.

Sagr. Voglio pure aiutare il signor Simplicio e l'autore, con dire al signor Salviati che il suo motivo concluderebbe ben necessariamente, quando l'autore avesse intrapreso a voler determinatamente ritrovare quanta fusse la lontananza della stella dalla Terra; il che non credo che sia stato il suo intento, ma solo di dimostrare che da quelle osservazioni si

traeva, la stella essere stata sullunare; talché, se dalle dette osservazioni e da tutti i computi fatti sopra di esse si raccoglie l'altezza della stella sempre minor di quella della Luna, tanto basta all'autore per convincer d'una crassissima ignoranza tutti quelli astronomi che, per difetto di geometria o d'aritmetica, non avevano saputo dalle lor medesime osservazioni dedurre vere conclusioni.

Sal. Sarà dunque conveniente ch'io mi volga a voi, signor Sagredo, che tanto accortamente sostenete la dottrina di questo autore. E per veder di fare che anco il signor Simplicio, benché inesperto di calcoli e dimostrazioni, resti capace almeno della non concludenza delle dimostrazioni di questo autore, prima metto in considerazione come ed esso e gli astronomi tutti con i quali egli è in controversia convengono che la stella nuova fusse priva di moto proprio, e solo andasse in giro al moto diurno del primo mobile; ma dissentono circa il luogo, ponendola quelli nella region celeste, cioè sopra la Luna, e per avventura tra le stelle fisse, e questi giudicandola vicina alla Terra, cioè sotto al concavo dell'orbe lunare. E perché il sito della stella nuova, della quale si parla, fu verso settentrione e non in gran lontananza dal polo, in modo che a noi settentrionali ella non tramontava mai, fu agevol cosa il poter prender con istrumenti astronomici le sue altezze meridiane, tanto le minime sotto il polo, quanto le massime sopra; dalla conferenza delle quali altezze, fatte da diversi luoghi della Terra posti in varie distanze dal settentrione, cioè tra di loro differenti quanto all'altezze polari, si poteva argomentare la lontananza della stella. Imperocché, quando ella fusse stata nel firmamento tra le altre fisse, le sue altezze meridiane prese in diverse elevazioni di polo conveniva che fussero tra di loro differenti con le medesime differenze che tra esse elevazioni si ritrovavano; cioè, per esempio, se l'elevazione della stella sopra l'orizonte era 30 gradi, presa nel luogo dove l'altezza polare era, verbigrazia, gradi 45, conveniva che l'elevazione della medesima stella fusse cresciuta 4 o 5 gradi in quei paesi più settentrionali ne' quali il polo fusse più alto gli stessi 4 o 5 gradi: ma quando la lontananza

della stella dalla Terra fusse assai piccola in comparazion di quella del firmamento, le altezze sue meridiane convien che, accostandoci al settentrione, crescano notabilmente più che l'altezze polari: e da quel maggiore accrescimento, cioè dall'eccesso dell'accrescimento dell'elevazion della stella sopra l'accrescimento dell'altezza polare (che si chiama differenza di parallasse) [4], si calcola prontamente, con metodo chiaro e sicuro, la lontananza della stella dal centro della Terra. Ora, questo autore piglia le osservazioni fatte da 13 astronomi in diverse elevazioni di polo, e conferendo una particella di quelle a sua elezione, calcola, con dodici accoppiamenti, l'altezza della stella nuova essere stata sempre sotto la Luna; ma ciò conseguisce egli con promettersi tanto crassa ignoranza in tutti quelli alle mani de' quali potesse pervenire il suo libro, che veramente m'ha fatto nausea: ed io sto a vedere come gli altri astronomi ed in particolare il Keplero, contro al quale principalmente inveisce quest'autore, si contenga in silenzio, che pur non gli suol morir la lingua in bocca, se già egli non ha stimato tale impresa troppo bassa. Ora, per farne avvertiti voi, ho trascritte sopra questo foglio le conclusioni che e' raccoglie dalle sue 12 indagini. Delle quali la prima è delle due osservazioni

1.ª	del Maurolico e dell'Hainzelio; onde si raccoglie, la stella essere stata lontana dal centro manco di 3 semidiametri terrestri, essendo la differenza di parallasse gr. 4.42 m. p. e 30 sec.	3 semidiametri;
2.ª	e calculata dall'osservazioni dell'Hainzelio e dello Schulero, con parallasse 8 m. p. e 30 sec.; e si raccoglie la sua lontananza dal centro più di . . .	25 semidiametri;
3.ª	e sopra le osservazioni di Ticone e dell'Hainzelio, con parallasse di 10 m. p.; e si raccoglie la distanza dal centro poco meno di	19 semidiametri;

[4] Cfr. *Il Saggiatore*, vol. I, p. 635, n. 45.

4.ª	e sopra l'osservazioni di Ticone e del Landgravio, con parallasse di 14 m. p.; e rende la distanza dal centro circa	10 semidiametri;
5.ª	e sopra l'osservazioni dell'Hainzelio e di Gemma, con parallasse di 42 m. p. e 30 sec.; per la quale si raccoglie la distanza circa	4 semidiametri;
6.ª	e sopra l'osservazioni del Landgravio e del Camerario, con parallasse di 8 m. p.; e si ritrae la distanza circa	4 semidiametri;
7.ª	e sopra l'osservazioni di Ticone e dell'Hagecio, con parallasse di 6 m. p.; e si raccoglie la distanza	32 semidiametri;
8.ª	e con l'osservazioni dell'Hagecio e dell'Ursino, con parallasse di 43 m. p.; e rende la distanza della stella dalla superficie della Terra	½ semidiametro;
9.ª	e sopra le osservazioni del Landgravio e del Buschio, con parallasse di 15 m. p.; e rende la distanza dalla superficie della Terra	$^1/_{48}$ di semidiam.;
10.ª	e sopra l'osservazioni del Maurolico e del Munosio, con parallasse di 4 gr. e 30 m. p.; e rende la distanza dalla superficie della Terra	$^1/_5$ di semidiam.;
11.ª	e con le osservazioni del Munosio e di Gemma, con parallasse di 55 m. p.; e rendono la distanza dal centro circa	13 semidiametri;
12.ª	e con le osservazioni del Munosio e dell'Ursino [5], con parallasse di gr. 1 e 36 m. p.; e si ritrae la distanza dal centro meno di	7 semidiametri.

[5] Galilei cita qui numerosi studiosi di astronomia e di questioni scientifiche dell'antichità e del medioevo e dell'età moderna; di alcuni di essi soltanto si hanno notizie precise: Francesco Maurolico, benedettino (1494-1575) fu traduttore di opere scientifiche greche. Paolo Hainzel di Augusta

Queste sono 12 investigazioni fatte dall'autore a sua elezione, tra moltissime che, come egli dice, potevano farsi con le combinazioni delle osservazioni di questi 13 osservatori; le quali 12 è credibile che sieno le più favorevoli per provare il suo intento.

Sagr. Ma io vorrei sapere se tra le altre tante indagini pretermesse dall'autore ve ne sono di quelle che fussero in suo disfavore, cioè dalle quali calcolando si raccogliesse, la stella nuova esser stata sopra la Luna, sì come mi par, così a prima fonte, di poter ragionevolmente dubitare, mentre io veggo queste prodotte esser tanto tra di loro differenti, che alcune mi danno la lontananza della stella nuova da Terra 4, 6, 10, 100, e mille, e millecinquecento volte maggiore l'una che l'altra; talché posso ben sospettare che tra le non calcolate ve ne fusse qualcuna in favor della parte avversa, e tanto più mi pare di poter creder ciò, quanto io non penso che quelli astronomi osservatori mancassero della intelligenza e pratica di questi computi, che non penso che dependano dalle più astruse cose del mondo. E ben mi parrà cosa più che miracolosa se, mentre in queste 12 sole indagini ce ne sono di quelle che rendono la stella vicina alla Terra a poche miglia, ed altre che per piccolissimo intervallo la rendono inferiore alla Luna, non se ne trovi alcuna che, a favor della parte avversa, la renda almanco per 20 braccia sopra l'orbe lunare, e, quel che sarà poi più stravagante, che tutti quelli astronomi siano stati così ciechi, che non abbiano scorta una lor fallacia tanto patente.

fu amico di Tycho Brahe; il Landgravio di Assia è Guglielmo IV (1532-1592), che si interessò di matematica e di astronomia e fu contrario alla riforma gregoriana del calendario; Rainer Gemma Frisius (1508-1555) fu matematico e cosmografo; nel suo scritto *De locorum describendum ratione* trattò dei princìpi della triangolazione e nel *De principiis astronomiae et cosmographiae deque usu globi* illustrò la maniera di determinare mediante orologi le differenze di latitudine; di Elia Camerario e di Girolamo Munosio Galilei aveva citato i nomi anche nelle lezioni del 1604 sulla stella apparsa allora nel cielo di Padova; Taddeo Hagek (1525-1600) insegnò matematica al Carolineum di Praga; l'Ursino è Cristoforo Scheiner (cfr. p. 272, n. 50), autore della *Rosa ursina*.

Sal. Cominciate ora a prepararvi l'orecchie a sentir con infinita ammirazione a quali eccessi di confidenza della propria autorità e dell'altrui balordaggine trasporta il desiderio di contradire e mostrarsi più intelligente de gli altri. Tra le indagini tralasciate dall'autore ce ne sono di quelle che rendono la stella nuova non pur sopra la Luna, ma sopra le stelle fisse ancora; e queste non son poche, ma la maggior parte, come vedrete in quest'altro foglio, dove io l'ho registrate.

Sagr. Ma che dice l'autore di queste? forse non le ha considerate?

Sal. Le ha considerate pur troppo, ma dice che le osservazioni sopra le quali i calcoli rendon la stella infinitamente lontana, sono errate, e che non possono tra di loro combinarsi.

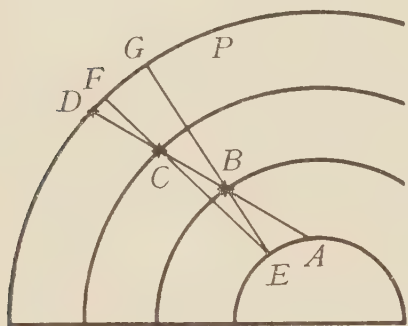
Simpl. Oh questa mi par bene una ritirata debole, perché la parte potrà con altrettanta ragione dire che errate siano quelle onde egli sottrae, la stella essere stata nella regione elementare.

Sal. Oh, signor Simplicio, se mi succedesse di farvi restar capace dell'artifizio, benché non gran cosa artifizioso, di questo autore, vorrei destarvi meraviglia ed anco sdegno, mentre scorgeste come egli, palliando la sua sagacità co 'l velo della vostra semplicità e de gli altri puri filosofi, si vuole insinuare nella vostra grazia co 'l gettarvi le orecchie e co 'l gonfiar la vostra ambizione, mostrando d'aver convinti e resi muti questi astronometti che hanno voluto assalire l'inespugnabile inalterabilità del cielo peripatetico e, quel che è più, ammutitigli e convinti con le lor proprie, armi. Io ne voglio fare ogni sforzo; ed intanto il signor Sagredo condoni al signor Simplicio ed a me il tediarlo forse un po' troppo, mentre con soverchio circuito di parole (soverchio, dico, alla sua velocissima apprensiva) anderò cercando di far palese cosa, che è bene che non gli resti ascosa e incognita.

Sagr. Io, non solo senza tedio, ma con gusto, sentirò i vostri discorsi; e così ci potessero intervenire tutti i filosofi

peripatetici, acciò potessero comprendere quanto devano restar obbligati a questo lor protettore.

Sal. Ditemi, signor Simplicio, se voi sete ben restato capace, come, sendo la stella nuova collocata nel cerchio meridiano là verso settentrione, a uno che da mezzo giorno camminasse verso tramontana tanto se gli andrebbe elevando sopra l'orizonte l'istessa stella nuova quanto il polo, tuttavolta che ella fusse veramente collocata tra le stelle fisse; ma che quando ella fusse notabilmente più bassa, cioè più vicina a Terra, ella apparirebbe elevarsi più del medesimo polo, e sempre più quanto la vicinanza fusse maggiore?

Simpl. Parmi d'esserne capacissimo, in segno di che mi proverò a farne una figura matematica: ed in questo cerchio grande noterò il polo *P*, e in questi due cerchi più bassi noterò due stelle vedute da un punto in Terra, che sia *A*, e le due stelle sieno queste *B*, *C*, vedute per la medesima linea *A B C* incontro a una stella fissa *D*; camminando poi in Terra sino al termine *E*, le due stelle mi appariranno separate dalla fissa *D* e avvicinatesi al polo *P*, e più la più bassa *B*, che mi apparirà in *G*, e manco la *C*, che apparirà in *F*; ma la fissa *D* averà mantenuta la medesima lontananza dal polo.

Sal. Veggo che voi intendete benissimo. Credo che voi comprendiate ancora, come, per esser la stella *B* più bassa della *C*, l'angolo che vien costituito da i raggi della vista che partendosi da i due luoghi *A*, *E* si congiungono in *C*, cioè quest'angolo *A C E*, è più stretto, o vogliam dir più acuto, dell'angolo costituito in *B* da i raggi *A B*, *E B*.

Simpl. Si vede al senso benissimo.

Sal. Ed anco, per esser la Terra piccolissima e quasi insensibile rispetto al firmamento, ed in conseguenza per esser brevissimo lo spazio *A E*, che si può camminare in Terra, in comparazion dell'immensa lunghezza delle linee *E G*, *E F* da Terra sino al firmamento, venite a intendere che la stella *C* si potrebbe alzare e allontanar tanto e tanto

dalla Terra, che l'angolo costituito in essa da i raggi che partono da i medesimi punti *A*, *E* divenisse acutissimo e come assolutamente insensibile e nullo.

Simpl. E questo ancora intendo io perfettamente.

Sal. Ora sappiate, signor Simplicio, che gli astronomi e matematici hanno trovate regole infallibili per via di geometria e d'aritmetica, da potere, mercé della quantità di questi angoli *B*, *C* e delle loro differenze, congiugnendovi la notizia della distanza de i due luoghi *A*, *E*, ritrovare a un palmo la lontananza delle cose sublimi, tuttavolta però che detta distanza e detti angoli siano presi giusti.

Simpl. Talché, se le regole dependenti dalla geometria e dall'aritmetica son giuste, tutte le fallacie ed errori che s'incontrassero nel volere investigar tali altezze di stelle nuove o di comete o di altro, convien che dependano dalla distanza *A E* e da gli angoli *B*, *C*, non ben misurati. E così tutte quelle diversità che si veggono in queste 12 indagini, dependono non da difetti delle regole de i calcoli, ma da errori commessi nell'investigar tali angoli e tali distanze per mezo delle osservazioni istrumentali.

Sal. Così è, né di questo casca difficultà veruna. Ora convien che attentamente notiate, come nell'allontanar la stella da *B* in *C*, onde l'angolo si fa sempre più acuto, il raggio *E B G* si va continuamente allontanando dal raggio *A B D* dalla parte di sotto l'angolo, come mostra la linea *E C F*, la cui parte inferiore *E C* è più remota dalla parte *A C* che non è la *E B*: ma non può già mai accadere che, per qualunque immenso allontanamento, le linee *A D*, *E F* totalmente si disgiunghino, dovendosi finalmente andare a congiugner nella stella; e solamente si potrebbe dire che le si separassero e si riducessero ad esser parallele, quando l'allontanamento fusse infinito, il qual caso non si può dare. Ma perché (notate bene) la lontananza del firmamento, in relazione alla piccolezza della Terra, come già s'è detto, si reputa come infinita, però l'angolo contenuto da i raggi che tirati da i punti *A*, *E* andassero a terminare in una stella fissa, si stima come nullo, ed essi raggi come due linee parallele; e però si conclude, che allora solamente si potrà

affermare, la stella nuova essere stata nel firmamento, quando dalla collazione delle osservazioni fatte in diversi luoghi si raccolga co 'l calcolo, l'angolo detto esser insensibile e le linee come parallele. Ma quando l'angolo sia di notabil quantità, convien necessariamente la stella nuova esser più bassa delle fisse, ed anco della Luna, quando però l'angolo *A B E* fusse maggiore di quello che si costituirebbe nel centro della Luna.

Simpl. Adunque la lontananza della Luna non è tanto grande che un simil angolo in lei resti insensibile?

Sal. Signor no; anzi è egli sensibile non solo nella Luna, ma nel Sole ancora.

Simpl. Ma se questo è, potrà anco essere che tale angolo sia osservabile nella stella nuova senza che ella sia inferiore al Sole, non che alla Luna.

Sal. Cotesto può essere, ed è anco ne i presenti casi, come vedrete a suo luogo, cioè quando averò spianata la strada in maniera, che voi ancora, benché non intelligente di calcoli astronomici, possiate restar capace e toccare con mano quanto quest'autore ha avuto più la mira di scrivere a compiacenza de i Peripatetici, co 'l palliare e dissimular varie cose, che a stabilimento del vero, co 'l portarle con nuda sincerità. Però seguiamo oltre. Dalle cose dichiarate sin qui credo che voi restiate capacissimo come la lontananza della stella nuova non si può mai far tanto immensa, che 'l più volte nominato angolo interamente svanisca e che li due raggi de gli osservatori da i luoghi *A*, *E* divengano linee parallele; e venite in conseguenza a comprender perfettamente, che quando il calcolo ritraesse dalle osservazioni, tal angolo esser totalmente nullo o le linee esser veramente parallele, saremmo sicuri l'osservazioni esser, almeno in qualche minimo che, errate; ma quando il calcolo ci desse, le medesime linee essersi disseparate non solamente sino all'equidistanza, cioè sino all'esser parallele, ma aver trapassato oltre al termine, ed essersi allargate più ad alto che a basso, allora bisogna risolutamente concludere, le osservazioni essere state fatte con meno accuratezza, ed in somma essere errate, come quelle che ci conducono ad un manifesto impossibile.

Bisogna poi che voi mi crediate, e supponghiate per cosa verissima, che due linee rette che si partono da due punti segnati sopra un'altra retta, allora son più larghe in alto che a basso, quando gli angoli compresi dentro di esse sopra quella retta son maggiori di due angoli retti; e quando questi fussero eguali a due retti, esse linee sarebbero parallele; ma se fussero minori di due retti, le linee sarebbero concorrenti, e prolungate serrerebbero il triangolo indubitabilmente.

Simpl. Io, senza prestarvi fede, ne ho scienza, e non son tanto nudo di geometria, ch'io non sappia una proposizione che mille volte ho avuto occasione di leggere in Aristotile, cioè che i tre angoli d'ogni triangolo sono eguali a due retti: talché, s'io piglio nella mia figura il triangolo *A B E*, posto che la linea *E A* fusse retta, comprendo benissimo come i suoi tre angoli *A*, *E*, *B* sono eguali a due retti, e che in conseguenza li due soli *E*, *A* son minori di due retti tanto quanto è l'angolo *B*; onde allargando le linee *A B*, *E B* (ritenendole però ferme ne' punti *A*, *E*) sin che l'angolo contenuto da esse verso le parti *B* svanisca, li due da basso resteranno eguali a due retti, ed esse linee saranno ridotte all'esser parallele; e se si seguitasse di slargarle più, gli angoli a i punti *E*, *A* diverrebbero maggiori di due retti.

Sal. Voi sete un Archimede, e mi avete liberato dallo spender più parole in dichiararvi, come tuttavolta che da i calcoli si cavasse li due angoli *A*, *E* esser maggiori di due retti, l'osservazioni senz'altro vengono ad essere errate. Quest'è quel tanto ch'io desideravo che voi capiste perfettamente, e ch'io dubitavo di non aver a poter dichiarar in modo che un puro filosofo peripatetico ne acquistasse sicura intelligenza. Ora seguitiamo quel che resta. E ripigliando quello che poco fa mi concedeste, cioè, che non potendo esser la stella nuova in più luoghi, ma in un solo, tuttavoltaché i calcoli fatti sopra le osservazioni di questi astronomi non ce la rendono nel medesimo luogo, è forza che sia errore nelle osservazioni, cioè o nel prender l'altezze polari, o nel prender l'elevazioni della stella, o nell'una e nell'altra operazione; ora, perché nelle molte indagini, fatte con le

combinazioni a due a due dell'osservazioni, pochissime sono che si rincontrino a render la stella nel medesimo sito, adunque queste pochissime sole potrebbero esser le non errate, ma le altre tutte sono assolutamente errate.

Sagr. Bisognerà dunque credere a queste pochissime sole più che a tutte l'altre insieme; e perché voi dite che queste che si concordano son pochissime, ed io tra queste 12 ne veggo due che rendon la distanza della stella dal centro della Terra amendue 4 semidiametri, che sono questa quinta e la sesta, adunque più probabile è che la stella nuova sia stata elementare che celeste.

Sal. Non sta così: perché, se voi notate bene, non ci è scritto la distanza essere stata puntualmente 4 semidiametri, ma circa 4 semidiametri; ma però voi vedrete che tali due distanze differivano tra di loro per molte centinaia di miglia. Eccovele qui: vedete che questa quinta, che è 13389 miglia, supera la sesta, che è miglia 13100, quasi di 300 miglia.

Sagr. Quali son dunque queste poche che s'accordano in por la stella nel medesimo luogo?

Sal. Son, per disgrazia di questo autore, cinque indagini, che tutte la ripongono nel firmamento, come voi vedrete in quest'altra nota, dove io registro molte altre combinazioni. Ma io voglio concedere all'autore più di quello che per avventura mi domanderebbe, che è insomma che in ciascuna combinazione delle osservazioni sia qualche errore: il che credo che assolutamente sia necessario; perché, sendo 4 in numero le osservazioni che servono per una indagine, cioè due diverse altezze di polo e due diverse elevazioni di stella, fatte da diversi osservatori, in diversi luoghi e con diversi strumenti, chiunque abbia qualche cognizione di tal pratica dirà non potere essere che tra tutte 4 non sia caduto qualche errore, e massime mentre che noi veggiamo che nel prender una sola altezza di polo, co 'l medesimo strumento, nel medesimo luogo e dal medesimo osservatore, che l'ha potuta far mille volte, tuttavia si va titubando di qualche minuto, e spesso anco di molti, come in questo medesimo libro potete vedere in diversi luoghi. Supposte queste cose, io vi domando, signor Simplicio, se voi credete

che questo autore tenga i 13 osservatori in concetto d'uomini accorti, intelligenti e destri nel maneggiare tali strumenti, o pur per uomini grossolani e inesperti.

Simpl. Non può esser ch' e' gli reputi se non molto cauti ed intelligenti; perché quando e' gli stimasse inetti a tal esercizio, potrebbe dar bando al suo stesso libro, come nulla concludente, per esser fondato sopra supposizioni piene di errori; e per troppo semplici spaccerebbe noi, mentre e' credesse con l'inesperienza di quelli persuaderci per vera una sua falsa proposizione.

Sal. Adunque, come questi osservatori sien tali, e che pur con tutto ciò abbiano errato e però convenga emendar loro errori, per poter dalle loro osservazioni ritrar quel più di notizia che sia possibile, conveniente cosa è che noi gli applichiamo le minori e più vicine emende e correzioni che si possa, purch'elle bastino a ritirar l'osservazioni dall'impossibilità alla possibilità; sì che, verbigrazia, se si può temperar un manifesto errore ed un patente impossibile di una loro osservazione con l'aggiugnere o detrar 2 o ver 3 minuti, e con tale emenda ridurlo al possibile, non si deva volerlo aggiustare con la giunta o suttrazione del 15 o 20 o 50.

Simpl. Non credo che l'autore contradicesse a questo; perché, conceduto che e' siano uomini giudiziosi ed esperti, si deve creder più presto che egli abbiano errato di poco che d'assai.

Sal. Or notate appresso. De i luoghi dove collocar la stella nuova, alcuni son manifestamente impossibili, ed altri possibili. Impossibile assolutamente è che ella fusse per infinito intervallo superiore alle stelle fisse, perché un tal sito non è al mondo, e quando fusse, la stella posta là a noi sarebbe stata invisibile; è anco impossibile che ella andasse serpendo sopra la superficie della Terra, e molto più che ella fusse dentro all'istesso globo terreno. Luoghi possibili sono questi de' quali si è in controversia, non repugnando al nostro intelletto che un oggetto visibile, in aspetto di stella, potesse esser sopra la Luna, non men che sotto. Ora, mentre si va cercando di ritrar per via d'osservazioni e di calcoli, fatti con quella sicurezza alla quale la diligenza umana può arrivare, qual veramente fusse il suo luogo, si

trova che la maggior parte di essi calcoli la rendon più che per infinito intervallo superiore al firmamento, altri la rendon prossima alla superficie della Terra, ed alcuni anco sotto tal superficie, e de gli altri, che la ripongono in luoghi non impossibili, nissuni si concordano tra di loro, dimodoché convien dire, tutte le osservazioni esser necessariamente fallaci; talché, se noi vogliamo pur da tante fatiche ritrar qualche frutto, bisogna ridursi alle correzioni, emendando tutte l'osservazioni.

Simpl. Ma l'autore dirà, che delle osservazioni che rendono la stella in luoghi impossibili, non si vede far capitale alcuno, come quelle che infinitamente sono errate e fallaci; e solo si debbono accettar quelle che la costituiscono in luoghi non impossibili, e tra queste solamente andar ricercando, per via de i più probabili e più numerosi rincontri, se non il sito particolare e giusto, cioè la sua vera distanza dal centro della Terra, almeno di venire in cognizione se ella fu tra gli elementi o pur tra i corpi celesti.

Sal. Il discorso che fate voi adesso, è quell'istesso che ha fatto l'autore a favor della causa sua, ma con troppo irragionevol disavvantaggio della parte; e quest'è quel punto principale che mi ha fatto sopramodo maravigliare della troppa confidenza ch' e' si è presa, non men della propria autorità, che della cecità ed inavvertenza de gli astronomi: per i quali io parlerò, e voi risponderete per l'autore. E prima io vi domando, se gli astronomi nell'osservare con loro strumenti, e cercar, verbigrazia, quanta sia l'elevazione d'una stella sopra l'orizonte, possono deviar dal vero tanto nel più quanto nel meno, cioè ritrar con errore che ella sia talvolta più alta del vero e talvolta più bassa, o pure se l'errore non può mai esser se non d'un genere, cioè che, errando, sempre pecchino nel soverchio e non mai nel meno, o sempre nel meno né già mai nel soverchio.

Simpl. Io non ho dubbio che sia egualmente pronto l'errare nell'uno che nell'altro modo.

Sal. Credo che l'autore risponderebbe il medesimo. Ora, di questi due generi d'errori, che son contrarii e ne' quali possono essere egualmente incorsi gli osservatori della stella nuova, applicati al calcolo, l'un genere renderà la stella più

alta del vero, e l'altro più bassa: e perché già noi convenghiamo che tutte le osservazioni son errate, per qual ragione vuol quest'autore che noi accettiamo per più congruenti co 'l vero quelle che mostrano la stella essere stata vicina, che l'altre che la mostrano soverchiamente lontana?

Simpl. Per quel che mi pare aver ritratto dalle cose dette sin qui, io non veggo che l'autore ricusi quelle osservazioni ed indagini che potesser render la stella lontana più che la Luna ed anco più del Sole, ma solamente quelle che la fanno remota (come voi stesso avete detto) più che per un infinito intervallo: la qual distanza perché voi ancora recusate come impossibile, però egli trapassa, come per infinitamente convinte di falsità e di impossibilità, cotali osservazioni. Parmi dunque, che se voi volete convincer l'autore, voi debbiate produrre indagini più esatte, o più in numero, o di più diligenti osservatori, le quali costituiscano la stella in tanta e tanta lontananza sopra la Luna o sopra al Sole, in luogo insomma possibile ad esservi, sì come egli produce queste 12 che tutte rendono la stella sotto la Luna, in luoghi che sono al mondo e dove ella poteva essere.

Sal. Maaa, signor Simplicio, qui consiste l'equivoco vostro e dell'autore; vostro per un rispetto, e dell'autore per un altro. Io scorgo dal vostro parlare, che voi vi sete formato concetto che l'esorbitanze che si commettono nello stabilir la lontananza della stella, vadano crescendo secondo la proporzione de gli errori che si fanno sopra lo strumento nel far l'osservazioni, e che, per il converso, dalla grandezza delle esorbitanze si possa argomentar la grandezza de gli errori, e che però, sentendo dire, ritrarsi dalla tale osservazione la lontananza della stella esser infinita, sia necessario l'error nell'osservare essere stato infinito, e perciò inemendabile e come tale recusabile: ma il negozio, signor Simplicio mio, non cammina così; e del non aver compreso come stia questo fatto, ne scuso voi, come inesperto di tali maneggi, ma non posso già sotto simil mantello palliar l'error dell'autore, il quale, dissimulando l'intelligenza di questo, che si è persuaso che noi veramente non fussimo per intendere, ha sperato servirsi della nostra ignoranza per accreditar

maggiormente la sua dottrina appresso la moltitudine de i poco intelligenti. Però, per avvertimento di quelli che son più creduli che intendenti, e per trar voi d'errore, sappiate che può essere (e che il più delle volte accaderà) che una osservazione la quale vi dia la stella, per esempio, nella lontananza di Saturno, con l'accrescere o detrarre un sol minuto dall'elevazione presa con lo strumento la farà divenir in distanza infinita, e però di possibile impossibile; e per il converso, quei calcoli che fabbricati sopra tali osservazioni vi rendono la stella infinitamente lontana, molte volte può essere che con l'aggiugnere o scemare un sol minuto la ritirino in sito possibile: e questo ch'io dico d'un minuto, può accadere ancora con la correzione d'un mezo, e d'un sesto, e di manco. Ora fissatevi ben nella mente, che nelle distanze altissime qual è, verbigrazia, l'altezza di Saturno o quella delle stelle fisse, minimissimi errori fatti dall'osservatore sopra lo strumento rendono il sito di terminato e possibile, infinito ed impossibile. Ciò non così avviene delle distanze sublunari e vicine alla Terra, dove può accadere che l'osservazione dalla quale si sia raccolto, la stella esser lontana, verbigrazia, 4 semidiametri terrestri, si potrà crescere o diminuire non solamente d'un minuto, ma di dieci e di cento e di assai più, senza che il calcolo la renda non pur infinitamente remota, ma né anco superiore alla Luna. Comprendete da questo, che la grandezza de gli errori, per così dire, strumentali non si ha da stimare dall'esito del calcolo, ma dalla quantità stessa de i gradi e de' minuti che si numerano sopra lo strumento; e quelle osservazioni s'hanno a chiamar più giuste o men errate, le quali con la giunta o suttrazione di manco minuti restituiscono la stella in luogo possibile; e tra i luoghi possibili, il vero sito convien credere che fusse quello intorno al quale concorre numero maggiore delle distanze, sopra le più giuste osservazioni calcolate.

Simpl. Io non resto ben capace di questo che voi dite, né so per me stesso comprendere come possa essere che nelle distanze massime maggior esorbitanza possa nascere dall'error d'un sol minuto, che nelle piccole da 10 o da 100; e però arei caro di intenderlo.

Sal. Voi, se non per teorica almeno per pratica, lo vedrete da questo breve sunto ch'io ho fatto di tutte le combinazioni e di parte delle indagini tralasciate dall'autore, le quali io ho calcolate, e notate sopra questo medesimo foglio.

Sagr. Convien dunque che voi da ieri in qua, che pur non son passate più di 18 ore, non abbiate fatto altro che calcolare, senza prender né cibo né sonno.

Sal. Anzi ho io preso l'uno e l'altro ristoro: ma io fo simili calcoli con gran brevità; e s'io debbo dire il vero, mi son maravigliato non poco che quest'autore vadia così per lunga ed interponendo tante computazioni non punto necessarie al quesito che si cerca. E per piena intelligenza di questo, ed anco acciò speditamente si possa conoscer quanto dalle osservazioni de gli astronomi, de i quali si serve l'autore, più probabilmente si raccolga, la stella nuova potere essere stata superiore alla Luna ed anco a tutti i pianeti, e tra le stelle fisse e più alta ancora, ho trascritte sopra questa carta tutte l'osservazioni registrate dal medesimo autore, che furon fatte da 13 astronomi, dove son notate le elevazioni polari e le altezze della stella nel meridiano, tanto le minime sotto il polo, quanto le massime e superiori: e son queste.

TICONE

Altezza del polo . . . . gr. 55.58 m. p.
Altezza della stella . . . . . . gr. 84.0 la massima;
27.57 m. p. la minima.
E queste sono del primo scritto;
ma del secondo la minima è . . . 27.45 m. p.

AINZELIO

Altezza polare . . gr. 48.22 m. p.
Altezza della stella gr. 76.34 m. p.
76.33 m. p. e 45 sec.
76.35 m. p.
20. 9 m. p. e 40 sec.
20. 9 m. p. e 30 sec.
20. 9 m. p. e 20 sec.

PEUCERO e SCULERO

Altezza polare	51.54 m. p.
Altezza della stella .	79.56 m. p.
	23.33 m. p.

LANDGRAVIO

Altezza polare	51.18 m. p.
Altezza della stella . .	79.30 m. p.

CAMERARIO

Altezza polare . . gr.	52.24 m. p.
Della stella	80.30 m. p.
	80.27 m. p.
	80.26 m. p.
	24.28 m. p.
	24.20 m. p.
	24.17 m. p.

AGECIO

Altezza polare . . gr.	48.22 m. p.
Della stella	20.15 m. p.

MUNOSIO

Altezza polare	39.30 m. p.
Stella	67.30 m. p.
	11.30 m. p.

GEMMA

Altezza polare	50.50 m. p.
Stella	79.45 m. p.

URSINO

Altezza polare	49.24 m. p.
Stella	79.
	22.

MAUROLICO

Altezza polare . . gr.	38.30 m. p.
Della stella	62.

BUSCHIO

Altezza polare	51.10 m. p.
Stella	79.20 m. p.
	22.40 m. p.

REINOLDO

Altezza polare	51.18 m. p.
Stella	79.30 m. p.
	23. 2 m. p.

Ora per veder tutto il mio progresso, potremo cominciar da questi calcoli, che son 5 trapassati dall'autore, forse perché fanno contro di lui, atteso che costituiscono la stella sopra la Luna per molti semidiametri terrestri. Il primo de' quali è questo, calcolato sopra l'osservazioni del Landgravio d'Assia e di Ticone, che sono, anco per concession dell'autore, de i più esquisiti osservatori: ed in questo primo dichiarerò l'ordine che tengo nell'investigazione, la qual notizia vi servirà per tutti gli altri, atteso che vanno con la medesima regola, non variando in altro che nella quantità del dato, cioè ne i numeri de i gradi dell'altezze polari e delle elevazioni sopra l'orizonte della stella nuova, della quale si cerca la distanza dal centro della Terra in proporzione al semidiametro del globo terrestre; del quale in questo caso niente importa il saper quante miglia sia, onde il risolver quello e la distanza de' luoghi dove furon fatte l'osservazioni, come fa quest'autore, è fatica e tempo gettato via, né so perché l'abbia fatto, e massime che in ultimo e' torna a riconvertir le miglia trovate in semidiametri del globo terrestre.

Simpl. Forse fa questo per ritrovar, con tali misure più piccole e con le loro frazioni, la distanza della stella deter-

minata sino a 4 dita; perché noi altri, che non intendiamo le vostre regole aritmetiche, restiamo stupefatti nel sentir le conclusioni, mentre leggiamo, verbigrazia: « Adunque la cometa, o la stella nuova, era lontana dal centro della Terra trecento settantatremila ottocentosette miglia, e più dugent'undici quattromilanovantasettesimi 373807 $^{211}/_{4097}$ », e sopra queste tanto precise puntualità, dove si registrano tali minuzie, formiamo concetto che sia impossibil cosa che voi, che ne' vostri calcoli tenete conto d'un dito, poteste in ultimo ingannarci di 100 miglia.

Sal. Questa vostra ragione e scusa sarebbe accettabile, quando in una distanza di migliaia di miglia un braccio di più o di meno fusse di gran rilievo, e quando le supposizioni che noi pigliamo per vere fusser così certe, che ci assicurassero che noi fussimo per ritrarre in ultimo un'indubital verità: ma qui voi vedete, nelle 12 indagini dell'autore le lontananze della stella, che da esse si raccolgono, esser differenti l'una dall'altra (e però lontane dal vero) di molte centinaia e migliaia di miglia; ora, mentre io sia più che sicuro che quel ch'io cerco deve necessariamente differir dal giusto di centinaia di migliaia, a che proposito affannarsi nel calcolo, per la gelosia di non ismagliar d'un dito? Ma venghiamo finalmente all'operazione, la qual io risolvo in tal modo. Ticone, come si vede nella nota, osservò la stella nell'altezza polare di gr. 55.58 m. p.; e l'altezza polare del Landgravio fu 51.18 m. p.: l'altezza della stella nel meridiano, presa da Ticone, fu gr. 27.45 m. p.; il Landgravio la trovò alta gr. 23. 3 m. p.: le quali altezze son queste notate qui appresso come vedete:

Ticone	Polo	55.58 m. p.	★ 27.45 m. p.
Landgravio . .	Polo	51.18 m. p.	★ 23. 3 m. p.

Fatto questo, sottraggo le minori dalle maggiori, e restano queste differenze qui sotto:

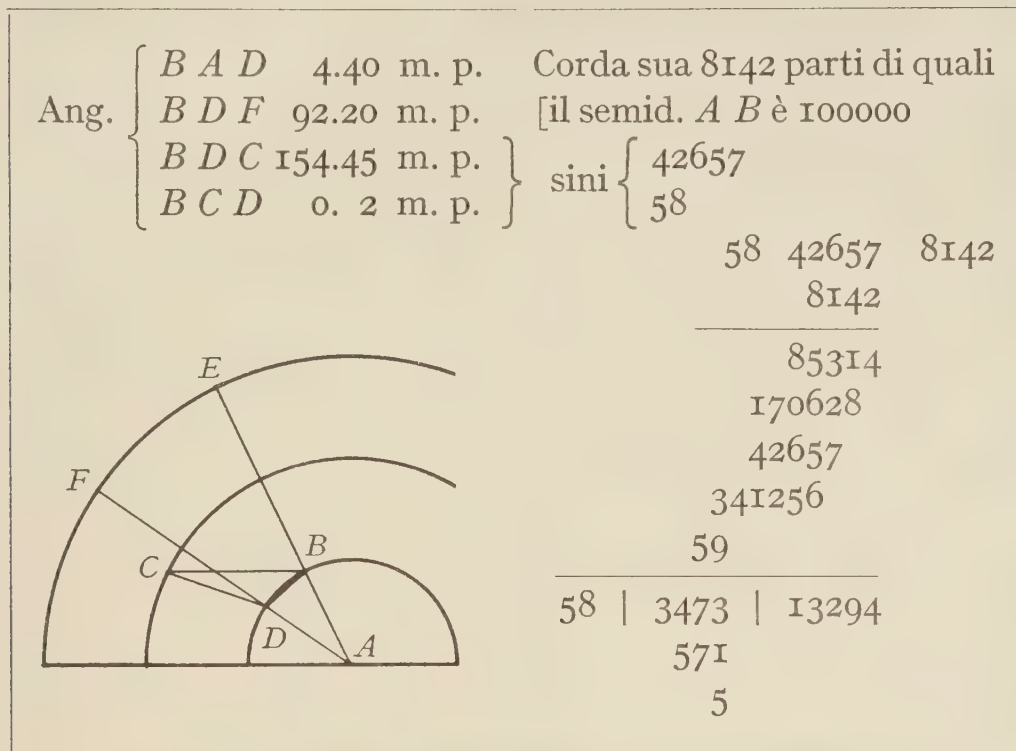
	4.40 m. p.	4.42 m. p.
Parallasse	2 m. p.	

dove la differenza dell'altezze polari, 4.40 m. p., è minore della differenza dell'altezze della ⋆, 4.42 m. p., e però c'è differenza di parallasse gr. 0. 2 m. p. Trovate queste cose, piglio l'istessa figura dell'autore, cioè questa, nella quale il punto *B*, è il luogo del Landgravio, *D* il luogo di Ticone,

Ang. { *B A D* 4.40 m. p. — Corda sua 8142 parti di quali [il semid. *A B* è 100000
B D F 92.20 m. p.
B D C 154.45 m. p. } sini { 42657
B C D 0. 2 m. p. } { 58

58 42657 8142
8142

85314
170628
42657
341256
59
---
58 | 3473 | 13294
571
5

E F C B D A

C luogo della ⋆, *A* centro della Terra, *A B E* linea verticale del Landgravio, *A D F* di Ticone, e l'angolo *B C D* differenza di parallasse. E perché l'angolo *B A D*, compreso tra le verticali, è eguale alla differenza dell'altezze polari, sarà gr. 4.40 m. p., e lo noto qui da parte; e di esso trovo la corda, dalla tavola de gli archi e corde, e la noto appresso, che è 8142 parti di quali il semidiametro *A B* è 100000. Trovo poi l'angolo *B D C* facilmente: imperocché la metà dell'angolo *B A D*, che è 2.20 m. p., giunta a un retto dà l'angolo *B D F* 92.20 m. p., al quale giugnendo l'angolo *C D F*, che è la distanza dal vertice della maggiore altezza della stella, che qui è 62.15 m. p., ci dà la quantità dell'angolo *B D C* 154.45 m. p.; il quale noto insieme co 'l suo sino, preso dalla tavola, il quale è 42657, e sotto questo noto l'angolo della parallasse *B C D* 0.2 m. p., co 'l suo

sino 58. E perché nel triangolo *B C D* il lato *D B* al lato *B C* è come il sino dell'angolo opposto *B C D* al sino opposto *B D C*, adunque quando la linea *B D* fusse 58, *B C* sarebbe 42657; e perché la corda *D B* è 8142 di quali il semidiametro *B A* è 100000, e noi cerchiamo di sapere quante delle medesime parti sia *B C*, però diremo, per la regola aurea: Se quando *B D* è 58, *B C* è 42657, quando la medesima *D B* fusse 8142, quanto sarebbe la *B C*? Però multiplico il secondo termine per il terzo; mi viene 347313294, il quale si deve dividere per il primo, cioè per 58, ed il quoziente sarebbe il numero delle parti della linea *B C* di quali il semidiametro *A B* è 100000: e per sapere quanti semidiametri *B A* contenesse la medesima linea *B C*, bisognerebbe di nuovo dividere il medesimo quoziente trovato per 100000, ed aremmo il numero de' semidiametri compresi in *B C*. Ora, il numero 347313294 diviso per 58 dà 5988160 $^1/_4$ come si vede qui:

5988160 $^1/_4$
58 | 347313294
5717941
54 3

e questo diviso per 100000 ci dà 59 $^{88160}/_{100000}$

1 | 00000 | 59 | 88160

Ma noi possiamo abbreviare assai l'operazione, dividendo il primo prodotto trovato, cioè 347313294, per il prodotto della multiplicazione delli due numeri 58 e 100000, che è

59
58 | 00000 | 3473 | 13294
571
5

e ne vien parimente 59 $^{5113294}/_{5800000}$

E tanti semidiametri son contenuti nella linea *B C*, a i quali aggiuntone uno per la linea *A B*, averemo poco meno che 61 semidiametri per le due linee *A B C*, e però la distanza

retta dal centro *A* alla stella *C* sarà più di 60 semidiametri; adunque viene ad esser superiore alla Luna, secondo Tolomeo più di 27 semidiametri, e secondo il Copernico più di 8, posto che la lontananza della Luna dal centro della Terra in via di esso Copernico sia, qual dice l'autore, semidiametri 52.

Con questa simile indagine trovo, dall'osservazioni del Camerario e del Munosio, la stella tornar situata in una simil lontananza, cioè essa ancora più di 60 semidiametri: e queste sono le osservazioni, e questo appresso il calcolo.

Altezza polare del . .	Camerario	52.24 m. p.
	Munosio	39.30 m. p.
Differenza dell'altezze polari		12.54 m. p.
Altezza della ★ . . .	Camerario	24.28 m. p.
	Munosio	11.30 m. p.
Differenza dell'altezze della ★ . . .		12.58 m. p.
» dell'altezze polari		12.54 m. p.
Differenza di parallasse		0. 4 m. p. ed angolo [*B C D*

Angoli	*B A D*	12.54 m. p.; e la sua corda		22466
	B D C	161.59 m. p. . .	sini	30930
	B C D	0. 4 m. p. . .		116

REGOLA AUREA

```
           22466
     116   30930   22466
    ----------------------
          673980
         202194
        67398
---------------------
       59
116 | 6948 | 73380
      1144
      10
```

Distanza *B C* semidiametri 59 e quasi 60.

La indagine appresso è fatta sopra due osservazioni di Ticone e del Munosio; dalle quali si calcola, la stella essere stata lontana dal centro della Terra semidiametri 478 e più.

Altezze polari di . .	Ticone	55.58 m. p.
	Munosio	39.30 m. p.
Differenza dell'altezze polari . . .		16.28 m. p.
Altezze della ★ di .	Ticone	84. 0 m. p.
	Munosio	67.30 m. p.
Differenza dell'altezze della ★ . .		16.30 m. p.
» dell'altezze polari . . .		16.28 m. p.
Differenza di parallasse		0. 2 m. p. ed angolo [*B C D*

Angoli	*B A D*	16.28 m. p.; la sua corda		28640
	B D C	104.14 m. p. . .	sini	96930
	B C D	0. 2 m. p. . .		58

REGOLA AUREA

```
58    96930    28640
      28640
--------------------
        3877200
       58158
      77544
     19386
--------------------
     478
58 | 27760 | 75200
    4506
     53
```

Quest'indagine che segue, dà la stella remota dal centro più di 358 semidiametri.

Altezze polari . . .	Peucero	51.54 m. p.
	Munosio	39.30 m. p.
		12.24 m. p.

Altezza della ★ . .	Peucero	79.56 m. p.
	Munosio	67.30 m. p.
		12.26 m. p.
		12.24 m. p.
		0. 2 m. p.

Angoli	*B A D*	12.24 m. p.;		corda	21600
	B D C	106.16 m. p. . .	sini		95996
	B C D	0. 2 m. p. . .			58

REGOLA AUREA

```
58    95996  21600
       21600
   57597600
   95996
  191992
     357
58 | 20735 | 13600
    3339
     42
```

Da quest'altra indagine la stella si ritrova esser lontana dal centro più di 716 semidiametri.

Altezze polari	Landgravio	51.18 m. p.	
	Ainzelio	48.22 m. p.	
		2.56 m. p.	

della stella	Landgravio	79.30 m. p.	
	Ainzelio	76.33 m. p.	e 45 sec.
		2.56 m. p.	e 15 sec.
		2.56 m. p.	
		0. 0	15 sec.

B A D	2.56 m. p.;			corda	5120
B D C	101.58 m. p.		} sini {		97845
B C D	0. 0	15 sec.			7

REGOLA AUREA

7 97845 5120
5120

1956900
97845
489225

715
7 | 5009 | 66400
134

Queste, come vedete, son cinque indagini le quali rendon la stella assai superiore alla Luna: dove voglio che voi facciate considerazione sopra quel particolare che poco fa vi dissi, cioè che nella distanze grandi la mutazione, o vogliam dir correzione, di pochissimi minuti, rimuove la stella per grandissimi spazii; come, per esempio, nella prima di queste indagini, dove il calcolo rese la stella 60 semidiametri remota dal centro, con la parallasse di 2 minuti, chi volesse sostenere che ella fusse nel firmamento, non ha a corregger nelle osservazioni altro che 2 minuti e anco meno, perché allora cessa la parallasse, o divien così piccola che rende la stella in lontananza immensa, quale si riceve da tutti esser quella del firmamento. Nella seconda indagine l'emenda di manco di 4 m. p. fa l'istesso. Nella terza e nella quarta, pur come nella prima, due minuti soli ripongon la stella anco sopra le fisse. Nella precedente un quarto d'un minuto, cioè 15 secondi, ci danno l'istesso. Ma non così avverrà nelle altezze sublunari: imperocché figuratevi pure qual lontananza più vi piace, e fate prova di voler corregger le indagini fatte dall'autore ed aggiustarle sì che tutte ri-

DIALOGO
DI
GALILEO GALILEI LINCEO

MATEMATICO SOPRAORDINARIO

DELLO STVDIO DI PISA.

E Filoſofo, e Matematico primariò del

SERENISSIMO

GR. DVCA DI TOSCANA.

Doue ne i congreſſi di quattro giornate ſi diſcorre ſopra i due

MASSIMI SISTEMI DEL MONDO
TOLEMAICO, E COPERNICANO;

Proponendo indetermin[illegible]amente le ragioni Filoſofiche, e Naturali tanto per l'vna, quanto per l'altra parte.

CON PRI VILEGI.

IN FIORENZA, Per Gio: Batiſta Landini MDCXXXII.

CON LICENZA DE' SVPERIORI.

Frontespizio del *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*

spondano nella medesima determinata lontananza; voi vedrete quanto maggiori emende vi bisognerà fare.

Sagr. Non sarà se non bene, per nostra piena intelligenza, veder qualche esempio di questo che dite.

Sal. Stabilite voi a vostro beneplacito qual si sia determinata lontananza sublunare, dove costituir la stella; ché con poca briga potremo assicurarci se correzioni simili a queste, che abbiamo veduto bastar per ridurla tra le fisse, la ridurranno nel luogo da voi stabilito.

Sagr. Per pigliare la più favorevole distanza per l'autore, porremo che sia quella che è la maggiore di tutte le investigate da esso nelle sue 12 indagini; imperocché, mentre si è in controversia tra gli astronomi ed esso, e che quelli dicono la stella essere stata superiore alla Luna, e questo inferiore, ogni poco spazio che e' la provi essere stata sotto, gli dà la vittoria.

Sal. Pigliamo dunque la settima indagine, fatta sopra le osservazioni di Ticone e di Taddeo Agecio, per le quali trova l'autore la stella essere stata lontana dal centro 32 semidiametri, il qual sito è il più favorevole per la parte sua; e per dargli ogni vantaggio, voglio che, oltre a questo, la ponghiamo nella più disfavorevole lontananza per gli astronomi, qual è il collocarla anco sopra il firmamento. Posto dunque ciò, andiamo ricercando quali correzioni sarebber necessarie applicare all'altre sue 11 indagini, acciò sublimassero la stella sino alla distanza di 32 semidiametri; e cominciamo dalla prima, calcolata sopra l'osservazioni dell'Ainzelio e del Maurolico, nella quale l'autore trova la distanza dal centro circa 3 semidiametri, con la parallasse di gr. 4.42 m. p. e 30 sec.: veggiamo ora se co 'l ritirarla a 20 m. p. solamente, si eleva sino alli 32 semidiametri. Ecco l'operazione, brevissima e giusta: multiplico il sino dell'angolo *B D C* per la corda *B D*, e parto l'avvenimento, detrattone le 5 ultime figure, per il sino della parallasse; ne viene 28 semidiametri e mezo: talché né anco per la correzione di gr. 4.22 m. p. e 30 secondi, tolti da gr. 4.42 m. p. e 30 secondi, si eleva la stella sino all'altezza di 32 semidiametri;

la qual correzione, per intelligenza del signor Simplicio, è di m. p. 262 e mezo.

Ainzelio	Pol. 48.22	★ 76.34 m. p. e 30 sec.
Maurolico	Pol. 38.30	★ 62
	9.52	14.34 m. p. e 30 sec.
		9.52
	Parallasse	4.42 m. p. e 30 sec.

B A D	9.52 m. p.	corda	17200
B D C	108.21 m. p. e 30 sec.	sino	94910
B C D	0.20 m. p.	sino	582

94910
17200

18982000
66437
9491

28
582 | 16324 | 52000
4688
2

Nella seconda operazione, fatta sopra l'osservazioni dell'Ainzelio e dello Sculero, con parallasse di gr. 0. 8 m. p. e 30 sec., trovasi la stella in altezza di 25 semidiametri in circa, come si vede nella seguente operazione.

B D	corda	6166
B D C	sini	97987
B C D	sini	247

97987
6166

587922
587922
97987
587922

24
247 | 6041 | 87842
1103
11

E ritirando la parallasse 0. 8 m. p. e 30 sec. a 7 m. p., il cui sino è 204, si eleva la stella a 30 semidiametri in circa: non basta dunque la correzione di 1 m. p. e 30 sec.

```
          29
204 | 6041 | 87842
        1965
          12
```

Or veggiamo qual correzione bisogna per la terza indagine, fatta su l'osservazioni dell'Ainzelio e di Ticone, la qual rende la stella alta circa 19 semidiametri, con la parallasse 10 m. p. Gli angoli soliti e lor sini e corda, trovati dall'autore, son questi; e rendono (come anco nell'operazione dell'autore) la stella lontana circa 19 semidiametri; bisogna dunque, per alzarla, scemar la parallasse, conforme alla regola che egli ancora osserva nella nona indagine: ponghiamo per tanto la parallasse esser 6 m. p., il cui sino è 175; e fatta divisione, si trova ancor meno di 31 semidiametri per la distanza della stella. È dunque la correzione di 4 m. p. poca per il bisogno dell'autore.

Angoli	*B A D* gr.	7.36		corda	13254
	B D C	155.52	m. p.	sino	40886
	B C D	0.10	m. p.	sino	291

```
      13254
      40886
      -----
      79524
     106032
    106032
   53016
  ---------
   18
291 | 5419 | 03044
    2501
    18
```

```
       300
175 | 5419
        16
```

Venghiamo alla quarta indagine ed alle rimanenti con la medesima regola, e con le corde e sini ritrovati dall'autor medesimo. In questa la parallasse è 14 m. p., e l'altezza trovata manco di 10 semidiametri; e diminuendo la parallasse da 14 m. p. a 4 m. p., ad ogni modo vedete come la stella non si eleva né anco sino a 31 semidiametri: non basta dunque la correzione di 10 m. p. sopra 14 m. p.

B D	corda	8142
B D C	sino	43235
B C D	sino	407

43235
8142
———
86470
172940
43235
345880
———
30
116 | 3520 | 19370
4

Nella quinta operazione dell'autore abbiamo i sini e la corda come vedete:

B D	corda	4034
B D C	sino	97998
B C D	sino	1236

97998
4034
———
391992
293994
391992
———
27
145 | 3953 | 23932
1058
3

e la parallasse è 0.42 m. p. e 30 sec., la quale rende l'altezza della stella circa 4 semidiametri; e correggendo la parallasse, con ridurla da i 42 m. p. e 30 sec. a 5 m. p. solamente, non basta per alzarla né anche sino a 28 semidiametri: l'emendazione dunque di 37 m. p. e 30 sec. è poca.

Nella sesta operazione la corda, i sini e la parallasse son tali e la stella si trova esser alta circa 4 semidiametri:

B D	corda	1920
B D C	sino	40248
B C D 8 m. p.	sino	233

```
    40248
     1920
 --------
   804960
  362232
  40248
 --------
  26
29 | 772 | 76160
  198
  1
```

vegghiamo dove la si riduce calando la parallasse da 8 a un solo m. p. Ecco l'operazione, e la stella non più alzata che sino a 27 semidiametri in circa: non basta dunque la correzione di 7 m. p. sopra 8 m. p.

Nell'ottava operazione la corda, i sini e la parallasse, come vedete, son tali:

B D	corda	1804
B D C	sino	36643
B C D	sino	29

```
    36643
     1804
 --------
   146572
  293144
  36643
 --------
  22
29 | 661 | 03972
  83
  2
```

e di qui calcola l'autore l'altezza della stella semidiametri 1 e mezo, con la parallasse di 43 m. p.; la quale ridotta a 1 m. p. dà tuttavia la stella lontana manco di 24 semidiametri: la correzion dunque di 42 m. p. non basta.

Veggiamo ora la nona. Ecco la corda, i sini e la parallasse, che è 15 m. p.: onde l'autor calcola, la lontananza della stella dalla superficie della Terra esser manco di un

quarantasettesimo di semidiametro. Ma questo è con error del calcolo; imperocché la vien veramente, come noi vedremo qui adesso, più di un quinto: ecco che vengono circa $^{90}/_{136}$, che son più di un quinto.

B D	corda	232	39046
B D C	sino	39046	232
B C D	sino	436	78092
			117138
			78092
			436 | 90 | 58672

Quello che soggiugne poi l'autore in emenda delle osservazioni, cioè che non basta ritirar la differenza della parallasse né a un sol minuto, né anco all'ottava parte di 1 m. p., è vero. Ma io dico che né meno la decima parte di 1 m. p. ridurrà l'altezza della stella a 32 semidiametri: imperocché il sino della decima parte di 1 m. p., cioè di 6 secondi, è 3, per il quale se nella nostra regola noi divideremo 90, o vogliam dire se noi divideremo per 300000, 9058672, ne verrà 30 $^{58672}/_{100000}$, cioè poco più di 30 semidiametri e mezo.

La decima dà l'altezza della stella un quinto di semidiametro, con quest'angolo, sini e parallasse, che è gr. 4.30 m. p.: la quale veggo che ridotta da gr. 4.30 m. p. a 2 m. p., ad ogni modo non promuove la stella sino a 29 semidiametri.

B D	corda	1746	1746
B D C	sino	92050	92050
B C D 4.30 m. p.	sino	7846	87300
			3492
			15714
			27
			58 | 1607 | 19300
			441
			4

L'undecima rende la stella all'autore remota circa 13 semidiametri, con la parallasse di 55 m. p.: veggiamo, riducendola a 20 m. p., dove innalzerà la stella. Ecco il calcolo: l'eleva a poco meno di 33 semidiametri: la correzione dunque è di 35, poco meno, sopra 55 m. p.

B D	. . . . . .	corda	19748
B D C	. . . . .	sino	96166
B C D	0.55 m. p.	sino	1600

96166
19748

769328
384664
673162
865494
96166

32
582 | 18990 | 86168
1536
36

La duodecima, con la parallasse di gr. 1.36 m. p., rende la stella alta meno di 6 semidiametri: ritirando la parallasse a 20 m. p., conduce la stella a meno di 30 semidiametri di lontananza: non basta dunque la correzione di gr. 1.16 m. p.

B D	. . . . . .	corda	17258
B D C	. . . . .	sino	96150
B C D	1.36 m. p.	sino	2792

17258
96150

862900
17258
103548
155322

28
582 | 16593 | 56700
4957
29

Queste sono le correzioni delle parallasse delle 10 indagini dell'autore, per ridur la stella in altezza di 32 semidiametri:

GR. I.	II.		GR. I. II.	
4.22 m.p.	e 30 sec.	sopra	4.42.30	
4	. . . .	sopra	0.10	
10	. . . .	sopra	0.14	
37	. . . .	sopra	0.42.30	
7	. . . .	sopra	0. 8	
42	. . . .	sopra	0.43	
14	. . e 50 sec.	sopra	0.15	
4.28	. . . .	sopra	4.30	
35	. . . .	sopra	0.55	
1.16	. . . .	sopra	1.36	
216			296	60
540			540	9
756			836	540

Di qui si vede come per ridur la ★ all'altezza di 32 semidiametri, bisogna dalla somma delle parallassi 836 detrarne 756 e ridurle a 80, né anco basta tal correzione.

Di qui si vede (sì come ho notato qua dreto) che quando l'autore stabilisse di voler ricever per vero sito della stella nuova la distanza di 32 semidiametri, la correzione dell'altre sue 10 indagini (e dico 10, perché la seconda, essendo assai ben alta, si riduce all'altezza di 32 semidiametri con 2 m. p. di correzione), per far che tutte restituissero detta stella in tal distanza, ricercherebbe un ritiramento di parallassi tale, che tra tutte le suttrazioni importerebbero più di 756 m. p.: dove che nelle 5 calcolate da me, che rendono la stella sopra la Luna, per correggerle sì che la costituiscano nel firmamento, basta la correzione di minuti 10 e un quarto solamente. Ora aggiugnete a queste, altre 5 indagini che rendono la stella precisamente nel firmamento senza bisogno di veruna correzione, ed avremo 10 indagini concordi a

costituirla nel firmamento, con la sola correzione di 5 di loro (come s'è veduto) di minuti 10 e un quarto: dove che per la correzione dell'altre 10 dell'autore, per ridurla in altezza di 32 semidiametri, vi bisogneranno l'emendazioni di minuti 756 sopra minuti 836; cioè bisogna che dalla somma di 836 se ne detraggono 756, a voler che la stella si elevi all'altezza di 32 semidiametri, ed anco tal correzione non basta.

Le indagini poi, che immediatamente senz'altra correzione rendon la stella senza parallasse, e perciò nel firmamento ed anco nelle più remote parti di esso, ed in somma alta quanto l'istesso polo, son queste 5 notate qui:

Camerario Peucero	Altezze polari	Gr. 52.24 m.p. Gr. 51.54	Altezze della ★	80.26 79.56
		0.30		0.30
Landgravio Ainzelio	Altezze polari	Gr. 51.18 Gr. 48.22	Altezze della ★	79.30 76.34
		2.56		2.56
Ticone Peucero	Altezze polari	Gr. 55.58 Gr. 51.54	Altezze della ★	84. 79.56
		4. 4		4. 4
Reinoldo Ainzelio	Altezze polari	Gr. 51.18 Gr. 48.22	Altezze della ★	79.30 76.34
		2.56		2.56
Camerario Agecio	Altezze polari	Gr. 52.24 Gr. 48.22	Altezze della ★	24.17 20.15
		4. 2		4. 2

Del resto de gli accoppiamenti che si posson fare delle osservazioni di tutti questi astronomi, quelli che rendon la stella per infinito spazio sublime son molti più in numero, cioè circa 30 di più, che gli altri che danno, calcolando, la stella sotto la Luna; e perché (sì come siam convenuti) è da credere che gli osservatori abbiano errato più presto di poco

che d'assai, manifesta cosa è che le correzioni da applicarsi all'osservazioni che danno la ★ alta in infinito, nel ritirarla a basso, prima e con emenda minore la condurranno nel firmamento che sotto la Luna: talché tutte queste applaudono all'opinione di quelli che la mettono tra le fisse. Aggiugnete che le correzioni che si ricercano per tali emende, sono assai minori che quelle per le quali la stella dall'inverisimil vicinità si può ridurre all'altezza più favorevole per questo autore, come per gli esempi passati si è veduto: tra le quali impossibili vicinità ce ne son 3 che par che rimuovano la stella dal centro della Terra per manco distanza d'un semidiametro, facendola in certo modo andar in volta sotto Terra; e queste son quelle combinazioni nelle quali, essendo l'altezza polare d'uno de gli osservatori maggiore dell'altezza polare dell'altro, l'elevazion della stella presa da quello è minore dell'elevazione della stella di questo. E sono tali combinazioni le notate qui appresso.

Questa prima è del Landgravio con Gemma: dove l'altezza polare del Landgravio, 51.18 m. p., è maggiore dell'altezza polare di Gemma, che è 50.50 m. p.; ma l'altezza della stella del Landgravio, 79.30 m. p., è minore di quella della stella di Gemma, 79.45 m. p.

Landgravio	Altezza polare	51.18	Altezza della ★	79.30
Gemma		50.50		79.45

Le altre due sono queste di sotto:

Buschio	Altezza polare	51.10	Altezza della ★	79.20
Gemma		50.50		79.45
Reinoldo	Altezza polare	51.18	Altezza della ★	79.30
Gemma		50.50		79.45

Da quello che sin qui v'ho mostrato, potete comprendere quanto questa prima maniera d'investigar la distanza della stella e provarla sublunare, introdotta dall'autore, sia disfavorevole per la causa sua, e quanto più probabilmente e

chiaramente si raccolga, la lontananza di quella esser stata tra le più remote stelle fisse.

Simpl. Sino a questa parte mi par che assai manifestamente sia scoperta la poca efficacia delle dimostrazioni dell'autore; ma io veggo che tutto questo vien compreso in non molte carte del libro, e potrebb'esser che altre sue ragioni fusser più concludenti che non son queste.

Sal. Anzi non posson esser se non men valide, se vogliamo che le passate ci siano esempio per le rimanenti; attesoché (sì come è manifesto) l'incertezza e poca concludenza di quelle chiaramente si comprende derivar da gli error commessi nelle osservazioni strumentali, dalle quali si è creduto le altezze polari e della stella essere state prese giustamente, essendo in effetto errate facilmente tutte; e pur per trovar l'altezze del polo hanno avuto gli astronomi secoli di tempo da impiegarvisi a lor agio, e le altezze meridiane della stella sono le più agevoli da osservarsi, come quelle che sono terminatissime e concedono qualche spazio all'osservatore di poterle continuare, come quelle che non si mutano sensibilmente in tempo brevissimo, come fanno le remote dal meridiano: e se questo è, sì come è, verissimo, qual fede vorrem noi prestare a calcoli fondati sopra osservazioni più in numero, più difficili a farsi, più momentanee nel variarsi, con la giunta appresso di strumenti più incomodi e più fallaci? Per una semplice occhiata che ho data alle dimostrazioni seguenti, i computi son fatti sopra altezze della stella prese in diversi cerchi verticali, che chiamano con voce arabica *azimutti* [6]: nelle quali osservazioni si adoprano strumenti mobili non solo ne i cerchi verticali, ma nell'orizonte ancora nel medesimo tempo; in modo che convien, nell'istesso momento che si prende l'altezza, aver nell'orizonte osservata la distanza del verticale, nel qual è la stella, dal meridiano; in oltre dopo notabile intervallo di tempo convien reiterar l'operazione, e tener minuto conto del tempo decorso, fidandosi o d'orivuoli o d'altre osserva-

[6] Arco d'orizzonte fra il nord e il sud e il piede della verticale di un astro.

zioni di stelle: una tal matassa di osservazioni va poi conferendo con un'altra simile, fatta da un altro osservatore, in un altro paese, con diverso strumento ed in diverso tempo; e da questa cerca l'autore di ritrar quali sarebbono state l'altezze della stella e le latitudini orizontali accadute nel tempo ed ora dell'altre prime osservazioni, e sopra un tale aggiustamento fabbrica in ultimo il suo calcolo. Lascio ora giudicar a voi quanto sia da prestar fede a ciò che da simili indagini si ritrae. Oltre che io non dubito punto che quando altri si volesse martirizare sopra tali lunghissimi computi, si troverebbe, sì come ne i passati, esser più quelli che favorissero la parte avversa, che l'autore: ma non mi par che metta conto prendersi una tal fatica per cosa che non è tra le primarie intese da noi.

Sagr. Io son dalla vostra in questa parte; ma sendo questo negozio circondato da tante confusioni incertezze ed errori, sopra qual confidenza hanno tanti astronomi asseverantemente pronunziato, la nuova stella essere stata altissima?

Sal. Sopra due sorte di osservazioni, semplicissime, facilissime e verissime, una sola delle quali è più che a bastanza per assicurarne dell'essere stata locata nel firmamento, o almeno per lunghissimo tratto superiore alla Luna: una delle quali è presa dall'egualità o poco differente inegualità delle sue lontananze dal polo, tanto mentre ell'era nell'infima parte del meridiano, quanto nella suprema; l'altra è l'aver lei conservato perpetuamente le medesime distanze da alcune stelle fisse, sue circonvicine, ed in particolare dall'undecima di Cassiopea, non più da essa remota di gradi 1 e mezo: dalli quali due capi indubitabilmente si raccoglie o l'assoluta mancanza di parallasse, o una piccolezza tale, che ne assicura con calcoli speditissimi della sua gran lontananza dalla Terra.

Sagr. Ma queste cose non sono state comprese da questo autore? e se egli le ha vedute, in che modo se ne difende?

Sal. Noi sogliamo dire che quando altri, non trovando ripiego che vaglia contro a i suoi falli, produce frivolissime scuse, cerca di attaccarsi alle funi del cielo; ma quest'autore

ricorre non alle corde, ma alle fila de' ragnateli del cielo, come apertamente vedrete nell'andare esaminando questi due punti pur ora accennativi. E prima, quello che ci mostrino le distanze polari ad uno ad uno de gli osservatori, l'ho io notato in questi brevi calcoli; per piena intelligenza de' quali devo primamente avvertirvi, come, tuttavolta che la stella nuova o altro fenomeno sia vicino a Terra, girando al moto diurno intorno al polo, più distante si mostrerà da esso mentre si trovi nella parte di sotto nel meridiano, che quando è nella superiore, come in questa figura si vede: nella quale il punto *T* denota il centro della Terra, *O* il luogo dell'osservatore, il firmamento l'arco *V P C* il polo *P*; il fenomeno, movendosi per il cerchio *F S*, vedesi or sotto il polo, per il raggio *O F C*, ed or sopra, secondo il raggio *O S D*, sì che i luoghi veduti nel firmamento siano *D*, *C*; ma i veri, rispetto al centro *T*, sono *B*, *A*, lontani egualmente dal polo: dove già è manifesto, il luogo apparente del fenomeno *S*, cioè il punto *D*, esser più vicino al polo che non è altro apparente luogo *C*, veduto per il raggio *O F C*; che è la prima cosa da notarsi. Conviene che nel secondo luogo voi notiate, come l'eccesso della apparente inferior distanza dal polo sopra l'apparente superiore distanza, pur dal polo, è maggiore che non è la parallasse inferiore del fenomeno; cioè dico che l'eccesso dell'arco *C P* (distanza inferiore apparente) sopra l'arco *P D* (distanza apparente superiore) è maggiore dell'arco *C A* (che è la parallasse inferiore). Il che si raccoglie facilmente: imperocché di più eccede l'arco *C P* il *P D* che il *P B*, essendo *P B* maggiore di *P D*; ma *P B* è eguale a *P A*, e l'eccesso di *C P* sopra *P A* è l'arco *C A*; adunque l'eccesso dell'arco *C P* sopra l'arco *P D* è maggiore dell'arco *C A*, che è la parallasse del fenomeno posto in *F*: che è quel che bisognava sapere. E per dar tutti i vantaggi all'autore, voglio che supponghiamo, la parallasse della stella in *F* esser tutto l'eccesso dell'arco *C P* (cioè della distanza

inferiore dal polo) sopra l'arco *P D* (distanza superiore). Vengo adesso ad esaminare quel che ci danno le osservazioni di tutti gli astronomi prodotti dall'autore: tra le quali non ce n'è pur una che non gli sia in disfavore e contraria al suo intento. E facciamo principio da queste del Buschio, il quale trovò la distanza della stella dal polo, quando gli era superiore, esser gr. 28.10 m. p., e la inferiore esser gr. 28.30 m. p., sì che l'eccesso è gr. 0.20 m. p., il quale voglio che prendiamo (a favor dell'autore) come se tutto fusse parallasse della stella in *F*, cioè l'angolo *T F O*; la distanza poi dal vertice, cioè l'arco *C V*, è gr. 67.20 m. p. Trovate queste due cose, prolunghisi la linea *C O*, e sopra essa caschi la perpendicolare *T I*, e consideriamo il triangolo *T O I*, del quale l'angolo *I* è retto, e l'*I O T* noto, per esser alla cima dell'angolo *V O C*, distanza della stella dal vertice; inoltre nel triangolo *T I F*, pur rettangolo, è noto l'angolo *F*, preso per la parallasse: notinsi dunque da parte li due angoli *I O T*, *I F T*, e di essi si prendano i sini, che sono come si vede notato. E perché nel triangolo *I O T* di quali parti il sino tutto *T O* è 100000, di tali il sino *T I* è 92276, e di più nel triangolo *I F T* di quali il sino tutto *T F* è 100000, di tali il sino *T I* è 582, per ritrovar quante parti sia *T F* di quelle che *T O* è 100000, diremo per la regola aurea: Quando *T I* è 582, *T F* è 100000; ma quando *T I* fusse 92276, quanto sarebbe *T F*? Multiplichiamo 92276 per 100000; ne vien 9227600000: e questo si deve partire per 582; ne viene, come si vede, 15854982: e tante parti saranno in *T F* di quelle che in *T O* sono 100000. Onde per voler sapere quante linee *T O* sono in *T F*, divideremo 15854982 per 100000; ne verrà 158 e mezo prossimamente: e tanti semidiametri sarà la distanza della stella *F* dal centro *T*. E per abbreviar l'operazione, vedendo noi come il prodotto del multiplicato di 92276 per 100000 si deve divider prima per 582 e poi il quoziente per 100000, potremo, senza la multiplicazione di 92276 per 100000 e con una sola divisione del sino 92276 per il sino 582, conseguir subito l'istesso, come si vede lì sotto; dove 92276 diviso per 582 ci dà l'istesso 158 e mezo in circa. Tenghiamo dun-

que memoria, come la sola divisione del sino *T I*, come sino dell'angolo *T O I*, diviso per il sino *T I*, come sino dell'angolo *I F T*, ci dà la distanza cercata *T F* in tanti semidiametri *T O*.

Angoli { *I O T* 67.20 m. p. / *I F T* 0.20 m. p. } sini { 92276 / 582 }

582 | 9227600000 — 15854982
3407002246
49297867
325414

T I	*T F*	*T I*	*T F*
582	100000	92276	0

100000 | 158 | 54982

582 | 92276 — 158
34070
492
3

Vedete ora quel che ci danno le osservazioni del Peucero [7]: del quale la distanza inferior dal polo è gr. 28.21 m. p., e la superiore gr. 28.2 m. p., la differenza gr. 0.19 m. p., e la distanza dal vertice gr. 66.27 m. p.; dalle quali cose si raccoglie la distanza della stella dal centro quasi 166 semidiametri.

Angoli { *I A C* 66.27 m. p. / *I E C* 0.19 m. p. } sini { 91672 / 533 }

553 | 91672 — 165 427/553
36397
312
4

Ecco, quel che ci mostra l'osservazione di Ticone, presa la più favorevole per l'avversario: cioè, la distanza inferiore dal polo, gr. 28.13 m. p.; e la superiore, 28.2 m. p., lasciando la differenza, che è 0.11 m. p., come se tutta fusse parallasse; la distanza dal vertice, gr. 62.15 m. p. Ecco qui

[7] Gaspare Peucer è citato spesso negli appunti delle lezioni galileiane intorno alla stella del 1604, insieme ad Erasmo Reinhold, che è citato più avanti.

sotto l'operazione, e la lontananza della stella dal centro ritrovata semidiametri 276 $^9/_{16}$:

$$\text{Angoli}\left\{\begin{array}{lrl} I\,A\,C & 62.15 & \text{m. p.}\\ I\,E\,C & 0.11 & \text{m. p.}\end{array}\right\}\text{sini}\left\{\begin{array}{r}88500\\ 320\end{array}\right. \qquad \begin{array}{r|r} & 276\,^{9}/_{16}\\ 320 & 88500\\ & 2418\\ & 21\end{array}$$

L'osservazione del Reinoldo, ch'è la seguente, ci rende la distanza della stella dal centro semidiametri 793.

$$\text{Angoli}\left\{\begin{array}{lrl} I\,A\,C & 66.58 & \text{m. p.}\\ I\,E\,C & 0.\ 4 & \text{m. p.}\end{array}\right\}\text{sini}\left\{\begin{array}{r}92026\\ 116\end{array}\right. \qquad \begin{array}{r|r} & 793\,^{38}/_{116}\\ 116 & 92026\\ & 10888\\ & 33\end{array}$$

Dalla seguente osservazion del Landgravio, si ritrae la distanza della stella dal centro semidiametri 1057.

$$\text{Angoli}\left\{\begin{array}{lrl} I\,A\,C & 66.57 & \text{m. p.}\\ I\,E\,C & 0.\ 3 & \text{m. p.}\end{array}\right\}\text{sini}\left\{\begin{array}{r}92012\\ 87\end{array}\right. \qquad \begin{array}{r|r} & 1057\,^{53}/_{87}\\ 87 & 92012\\ & 5663\\ & 5\end{array}$$

Prese dal Camerario due delle sue osservazioni più favorevoli per l'autore, si trova la lontananza della stella dal centro semidiametri 3143.

$$\text{Angoli}\left\{\begin{array}{lrl} I\,A\,C & 65.43 & \text{m. p.}\\ I\,E\,C & 0.\ 1 & \text{m. p.}\end{array}\right\}\text{sini}\left\{\begin{array}{r}91152\\ 29\end{array}\right. \qquad \begin{array}{r|r} & 3143\\ 29 & 91152\\ & 4295\\ & 1\end{array}$$

L'osservazione del Munosio non dà parallasse, e però rende la stella nuova tra le fisse altissime: quella dell'Ainzelio ce la dà remota per infinito spazio, ma con emendazion di un mezo minuto primo la ripon tra le fisse: e l'istesso si ritrae dall'Ursino con la correzione di 12 m. p. De gli altri astronomi non ci sono le distanze sopra e sotto il polo, onde non si può ritrar cosa veruna. Or vedete come tutte le osservazioni di tutti convengono, in disfavor dell'autore, in collocar la stella nelle regioni celesti e altissime.

Sagr. Ma che difesa trov'egli contro a sì patenti contrarietà?

Sal. Uno di quei debolissimi fili: dicendo che le parallassi vengono diminuite mercé delle refrazioni, le quali, operando contrariamente, sublimano il fenomeno, dove le parallassi l'abbassano. Ora, quanto vaglia questo miserabil refugio, giudicatelo da questo, che quando quest'effetto delle refrazioni fusse di quella efficacia che da non molto tempo in qua alcuni astronomi hanno introdotto, al più che potesse operar circa l'elevar più del vero un fenomeno sopra l'orizonte, mentre egli sia di già alto 23 o 24 gradi, sarebbe il diminuirgli circa 3 minuti di parallasse; il qual temperamento è scarsissimo per ritrar la stella sotto la Luna, ed in alcuni casi è minore che non è il vantaggio conceduto da noi nell'ammeter che l'eccesso della distanza inferior dal polo sopra la superiore sia tutto parallasse, il qual vantaggio è cosa assai più chiara e palpabile che l'effetto della refrazione, della grandezza del quale io dubito, e non senza ragione. Ma più, io domando quest'autore s'ei crede che quelli astronomi, delle osservazioni de i quali egli si serve, avessero cognizione di questi effetti delle refrazioni e vi facessero sopra considerazione, o no: se gli conobbero e considerarono, è ragionevol credere che di essi tenesser conto nell'assegnare le vere elevazioni della stella, facendo a quei gradi di altezze, che sopra gli strumenti si scorgevano, quelle tare che erano convenienti mercé dell'alterazioni delle refrazioni, immodo che le distanze pronunziate da loro fussero poi le corrette e giuste, e non le apparenti e false; ma s'ei crede che tali autori non facessero reflessione sopra le dette refrazioni, convien confessare che eglino abbiano parimente errato in determinar tutte quelle cose le quali non si possono perfettamente aggiustare senza la modificazione delle refrazioni: tra le quali cose una è l'investigazione precisa delle altezze polari, le quali comunemente si prendono dalle due altezze meridiane di alcuna delle stelle fisse sempre apparenti, le quali altezze verranno alterate dalla refrazione, nell'istesso modo appunto che quelle della stella nuova; talché l'altezza polare, che da esse si deduce, verrà difettosa,

e partecipe dell'istesso mancamento che quest'autore ascrive alle altezze assegnate alla stella nuova, cioè e quella e queste poste, con pari errore, più sublimi del vero, Ma tale errore, per quanto appartiene al nostro presente negozio, non progiudica punto, perché non avendo noi bisogno di saper altro che la differenza tra le due distanze della stella nuova dal polo, mentre ella gli fu inferiore e poi superiore, chiara cosa è che tali distanze saran l'istesse posta l'alterazion della refrazione comunemente per la stella e per il polo, ch'è comunemente emendata per questo e per quella. Arebbe qualche momento, benché debolissimo, l'argomento dell'autore se egli ci avesse assicurati che l'altezza del polo fusse stata assegnata precisa e emendata dall'error dependente dalla refrazione, dal quale non si fussero poi guardati i medesimi astronomi nell'assegnarci l'altezze della stella nuova; ma egli di ciò non ci ha fatti sicuri, né forse ce ne poteva fare, e forse (e questo è più credibile) tal cautela è stata tralasciata da gli osservatori.

Sagr. Parmi soprabbondantemente annullata questa instanza; però ditemi in qual maniera e' si libera poi da quell'aver mantenuta sempre la medesima distanza dalle stelle fisse sue circonvicine.

Sal. Apprendendosi similmente a due fili ancor più deboli dell'altro: l'uno de' quali è pur legato alla refrazione, ma tanto men saldamente, quanto e' dice che, pur la refrazione operando nella stella nuova e sublimandola sopra il vero sito, rende incerte le distanze vedute dalle vere, comparate alle stelle fisse sue vicine; né posso a bastanza maravigliarmi come e' dissimuli d'accorgersi che la medesima refrazione lavorerà nell'istesso modo nella stella nuova che nell'antica, sua vicina, sublimando amendue egualmente, onde da tale accidente l'intervallo tra esse resti inalterato. L'altro refugio è ancora più infelice e tiene assai del ridicolo, fondandosi sopra l'errore che può nascere nell'operazione stessa strumentale, mentre che l'osservatore, non potendo costituire il centro della pupilla dell'occhio nel centro del sestante (strumento adoprato nell'osservare gl'intervalli tra due stelle) ma tenendolo elevato sopra detto centro quant'è la distanza

di essa pupilla da non so che osso della gota, dove s'appoggia il capo dello strumento, si viene a formar nell'occhio un angolo più acuto di quello che si forma da i lati del sestante: il qual angolo de' raggi differisce anco da se stesso, mentre si riguardano stelle poco elevate sopra l'orizonte e le medesime poi poste in grande altura. Si fa, dice, tal angolo differente, mentre si vadia elevando lo strumento, tenendo ferma la testa: ma se nell'alzar il sestante si piegasse il collo indietro e si andasse elevando la testa insieme con lo strumento, l'angolo allora si conserverebbe l'istesso: suppone dunque la risposta dell'autore che gli osservatori, nell'uso dello strumento, non abbiano alzato la testa conforme al bisogno, cosa che non ha del verisimile. Ma posto anco che così fusse seguito, lascio giudicare a voi qual differenza può essere tra due angoli acuti di due triangoli equicruri, i lati dell'uno de i quali triangoli siano lunghi ciascuno quattro braccia, e quelli dell'altro quattro braccia meno quant'è il diametro d'una lente; ché assolutamente non maggiore può essere la differenza tra la lunghezza delli due raggi visivi mentre la linea vien tirata perpendicolarmente dal centro della pupilla sopra il piano dell'aste del sestante (la qual linea non è maggiore che la grossezza del pollice), e la lunghezza de i medesimi raggi mentre, elevandosi il sestante senza alzar insieme la testa, tal linea non cade più a perpendicolo sopra detto piano, ma inclina, facendo l'angolo verso la circonferenza alquanto acuto. Ma per liberare in tutto e per tutto questo autore da queste infelicissime mendicità, sappia (già che si vede che egli non ha molta pratica nell'uso de gli strumenti astronomici) che ne i lati del sestante o quadrante si accomodano due traguardi, uno nel centro e l'altro nell'estremità opposta, i quali sono elevati un dito o più dal piano dell'aste, e per le sommità di tali traguardi si fa passar il raggio dell'occhio, il quale occhio si tiene anco remoto dallo strumento un palmo o due o più ancora; talché né pupilla, né osso di gota, né di tutta la persona, tocca né si appoggia allo strumento; il quale strumento né meno si sostiene o si eleva a braccia, e massime se saranno di quei grandi, come si costuma, li quali, pesando le decine

e le centinaia ed anco le migliaia delle libbre, si sostengono sopra basi saldissime: talché tutta l'instanza svanisce. Questi sono i sutterfugii di questo autore, i quali, quando ben fussero tutto acciaio, non lo potrebbero sollevare d'un centesimo di minuto: e con questi si persuade di darci a credere d'aver compensata quella differenza che importa più di cento minuti, dico del non si esser osservata notabil diversità nelle distanze tra una fissa e la nuova stella in tutta la lor circolazione, che, quando ella fusse stata prossima alla Luna, doveva farsi grandemente cospicua anco alla semplice vista, senza strumento veruno, e massime paragonandola con l'undecima di Cassiopea, sua vicina a gr. 1 e mezo; che di più di due diametri della Luna doveva variarsi, come ben avvertirono i più intelligenti astronomi di quei tempi.

Sagr. Mi par di vedere quell'infelice agricoltore, che dopo l'essergli state battute e destrutte dalla tempesta tutte le sue aspettate ricolte, va con faccia languida e china raggranellando reliquie così tenui, che non son per bastargli a nutrir né anco un pulcino per un sol giorno.

Sal. Veramente che con troppo scarsa provisione d'arme s'è levato quest'autore contro a gl'impugnatori della inalterabilità del cielo, e con troppo fragili catene ha tentato di ritirar dalle regioni altissime la stella nuova di Cassiopea in queste basse ed elementari. E perché mi pare che assai chiaramente si sia dimostrata la differenza grande che è tra i motivi di quelli astronomi e di questo loro oppugnatore, sarà bene che, lasciata questa parte, torniamo alla nostra principal materia; nella quale segue la considerazione del movimento annuo comunemente attribuito al Sole, ma poi, da Aristarco Samio in prima, e dopo dal Copernico, levato dal Sole e trasferito nella Terra; contro alla qual posizione sento venir gagliardamente provisto il signor Simplicio, ed in particolare con lo stocco e con lo scudo del libretto delle conclusioni o disquisizioni matematiche, l'oppugnazioni del quale sarà bene cominciare a proporre.

Simpl. Voglio, quando così vi piaccia, riserbarle in ultimo, come quelle che sono le ultime ritrovate.

Sal. Sarà dunque necessario che voi, conforme al modo tenuto sin qui, andiate ordinatamente proponendo le ragioni in contrario, sì d'Aristotile come di altri antichi, il che son per far io ancora, acciò non resti nulla indietro senza esser attentamente considerato ed esaminato; e parimente il signor Sagredo con la vivacità del suo ingegno, secondoché si sentirà svegliare, produrrà in mezo i suoi pensieri.

Sagr. Lo farò con la mia solita libertà; e perché voi così comandate, sarete anco in obbligo di scusarla.

Sal. Il favore obbligherà a ringraziarvi, e non a scusarvi. Ma cominci or mai il signor Simplicio a promuover quelle difficultà che lo respingono dal poter credere che la Terra, a guisa de gli altri pianeti, si possa muover in giro intorno ad un centro stabile.

Simpl. La prima e massima difficultà è la repugnanza ed incompatibilità che è tra l'esser nel centro e l'esserne lontano: perché, quando il globo terrestre si abbia a muover in un anno per la circonferenza di un cerchio, cioè sotto il zodiaco, è impossibile che nell'istesso tempo e' sia nel centro del zodiaco; ma che la Terra sia in tal centro, è in molti modi provato da Aristotile, da Tolomeo e da altri.

Sal. Molto bene discorrete; e non è dubbio alcuno che chi vorrà far muover la Terra per la circonferenza di un cerchio, bisogna prima che e' provi che ella non sia nel centro di quel tal cerchio. Séguita dunque ora che noi vegghiamo se la Terra sia o non sia in quel centro, intorno al quale io dico che ella si gira, e voi dite ch'ell'è collocata; e prima che questo, è necessario ancora che ci dichiariamo se di questo tal centro abbiamo voi ed io l'istesso concetto o no. Però dite quale e dove è questo inteso centro.

Simpl. Intendo per centro quello dell'universo, quello del mondo, quello della sfera stellata, quel del cielo.

Sal. Ancorché molto ragionevolmente io potessi mettervi in controversia, se in natura sia un tal centro, essendo che né voi né altri ha mai provato se il mondo sia finito e figurato, o pure infinito e interminato; tuttavia, concedendovi per ora che ei sia finito e di figura sferica terminato, e che per ciò abbia il suo centro, converrà vedere quanto sia cre-

dibile che la Terra, e non più tosto altro corpo, si ritrovi in esso centro.

Simpl. Che il mondo sia finito e terminato e sferico, lo prova Aristotile con cento dimostrazioni.

Sal. Le quali si riducono poi tutte ad una sola, e quella sola al niente; perché se io gli negherò il suo assunto, cioè che l'universo sia mobile, tutte le sue dimostrazioni cascano, perché e' non prova esser finito e terminato se non quello dell'universo che è mobile. Ma per non multiplicar le dispute, concedasi per ora che il mondo sia finito, sferico, ed abbia il suo centro: e già che tal figura e centro si è argomentato dalla mobilità, non sarà se non molto ragionevole se da gl'istessi movimenti circolari de' corpi mondani noi andremo alla particolar investigazione del sito proprio di tal centro; anzi Aristotile medesimo ha egli pur nell'istessa maniera discorso e determinato, facendo centro dell'universo quell'istesso intorno al quale tutte le celesti sfere si girano e nel quale ha creduto venir collocato il globo terrestre. Ora ditemi, signor Simplicio: quando Aristotile si trovasse costretto da evidentissime esperienze a permutar in parte questa sua disposizione ed ordine dell'universo, ed a confessare d'essersi ingannato in una di queste due proposizioni, cioè o nel por la Terra nel centro, o nel dir che le sfere celesti si movessero intorno a cotal centro, qual delle due confessioni credete voi ch'egli eleggesse?

Simpl. Credo che quando il caso accadesse, i Peripatetici...

Sal. Non domando de i Peripatetici, domando d'Aristotile medesimo; ché quanto a quelli so benissimo ciò che risponderebbero. Essi, come reverentissimi ed umilissimi mancipii d'Aristotile, negherebbero tutte l'esperienze e tutte l'osservazioni del mondo, e recuserebbero anco di vederle, per non le avere a confessare, e direbbero che il mondo sta come scrisse Aristotile, e non come vuol la natura; perché, toltogli l'appoggio di quell'autorità, con che vorreste che comparissero in campo? E però ditemi pure quel che voi stimate che fusse per far Aristotile medesimo.

Simpl. Veramente non mi saprei risolvere, qual de' due inconvenienti e' fusse per reputar minore.

Sal. Non usate, di grazia, questo termine di chiamar inconveniente quel che potrebb'esser necessario che fusse così. Inconveniente fu il voler por la Terra nel centro delle celesti revoluzioni. Ma già che voi non sapete in qual parte e' fusse per inclinare, stimandolo io uomo di grand'ingegno, andiamo esaminando qual delle due elezioni sia la più ragionevole, e quella reputiamo che fusse la ricevuta da Aristotile. Ripigliando dunque il nostro ragionamento da principio, e posto, in grazia d'Aristotile, che il mondo (della grandezza del quale non abbiamo sensata notizia oltre alle stelle fisse), come quello che è di figura sferica e circolarmente si muove, abbia necessariamente, e rispetto alla figura e rispetto al moto, un centro, ed essendo noi oltre a ciò sicuri che dentro alla sfera stellata sono molti orbi, l'uno dentro all'altro, con loro stelle, che pur circolarmente si muovono, si cerca quel che sia più ragionevol credere e dire, che questi orbi contenuti si muovano intorno all'istesso centro del mondo, o pure intorno ad altro assai lontano da quello. Dite ora, signor Simplicio, il parer vostro circa questo particolare.

Simpl. Quando noi potessimo fermarci sopra questo solo presupposto, e che fussimo sicuri di non poter incontrar qualche altra cosa che ci disturbasse, io direi che molto più ragionevol fusse il dire che il continente e le parti contenute si movesser tutte circa un comun centro, che sopra diversi.

Sal. Ora, quando sia vero che 'l centro del mondo sia l'istesso che quello intorno al quale si muovono gli orbi de i corpi mondani, cioè de' pianeti, certissima cosa è che non la Terra, ma più tosto il Sole, si trova collocato nel centro del mondo; talché, quanto a questa prima semplice e generale apprensione, il luogo di mezo è del Sole, e la Terra si trova tanto remota dal centro, quanto dall'istesso Sole.

Simpl. Ma da che argumentate voi che non la Terra, ma il Sole, sia nel centro delle conversioni de' pianeti?

Sal. Concludesi da evidentissime, e perciò necessariamente concludenti, osservazioni; delle quali le più palpabili, per escluder la Terra da cotal centro e collocarvi il Sole, sono il ritrovarsi tutti i pianeti ora più vicini ed ora più lontani dalla Terra, con differenze tanto grandi, che, verbi-

grazia, Venere lontanissima si trova sei volte più remota da noi che quando ell'è vicinissima, e Marte si inalza quasi otto volte più in uno che in un altro stato. Vedete intanto se Aristotile s'ingannò di qualche poco in creder che e' fussero sempre egualmente remoti da noi.

Simpl. Quali poi sono gl'indizii che i movimenti loro sieno intorno al Sole?

Sal. Si argomenta ne i tre pianeti superiori, Marte, Giove e Saturno, dal trovarsi sempre vicinissimi alla Terra quando sono all'opposizion del Sole, e lontanissimi quando sono verso la congiunzione; e questo avvicinamento ed allontanamento importa tanto, che Marte vicino si vede ben 60 volte maggiore che quando è lontanissimo. Di Venere poi e di Mercurio si ha certezza del rivolgersi intorno al Sole dal non si allontanar mai molto da lui e dal vedersegli or sopra ed or sotto, come la mutazion di figure in Venere [8] conclude necessariamente. Della Luna è vero che ella non si può in verun modo separar dalla Terra, per le ragioni che più distintamente nel progresso si produrranno.

Sagr. Io mi aspetto d'aver a sentir cose ancor più meravigliose, dependenti da questo movimento annuo della Terra, che non sono state le dependenti dalla conversione diurna.

Sal. Voi non v'ingannate punto: perché, quanto all'operar il moto diurno ne' corpi celesti, non fu né potette esser altro che il farci apparir l'universo precipitosamente scorrer in contrario; ma questo moto annuo, mescolandosi con i moti particolari di tutti i pianeti, produce moltissime stravaganze, le quali hanno fatto sin ora perder la scherma a tutti i maggiori uomini del mondo. Ma ritornando alle prime apprensioni generali, replico che il centro delle celesti conversioni de i cinque pianeti, Saturno, Giove, Marte, Venere e Mercurio, è il Sole; e sarà del moto della Terra ancora, se ci succederà di metterla in cielo. Quanto poi alla Luna, questa ha un moto circolare intorno alla Terra, dalla quale (come ho già detto) in modo alcuno non si può separare;

[8] Cfr. la lettera a Giuliano de' Medici del 1º gennaio 1611, vol. I, pp. 976-78.

ma non però resta ella d'andare intorno al Sole insieme con la Terra co 'l movimento annuo.

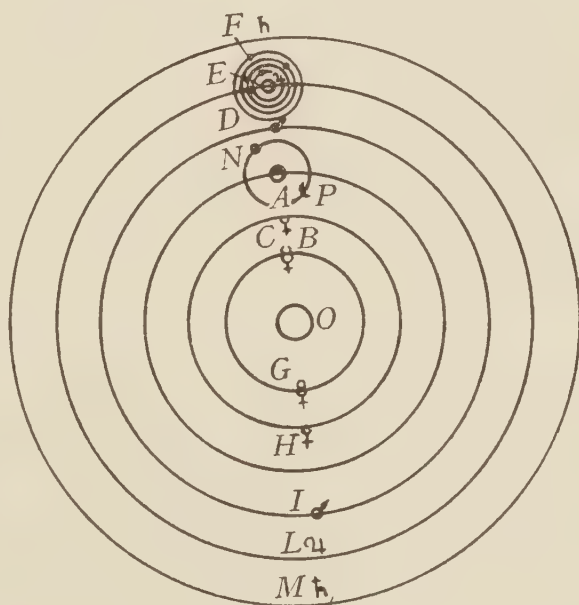
Simpl. Io non resto ancora ben capace di questa struttura; e forse co 'l farne un poco di disegno s'intenderà meglio, e più agevolmente si potrà discorrere intorno ad essa.

Sal. E così sia: anzi, per vostra maggior sodisfazione e meraviglia insieme, voglio che voi stesso la disegniate, e veggiate come, non credendo d'intenderla, ottimamente la capite; e solo co 'l risponder alle mie interrogazioni la descriverrete puntualmente. Pigliate dunque un foglio e le seste: e sia questa carta bianca l'immensa espansione dell'universo, nella quale voi avete a distribuire ed ordinar le sue parti conforme a che la ragione vi detterà. E prima, essendo che senza mio insegnamento voi tenete per fermo la Terra esser collocata in questo universo, però notate un punto a vostro beneplacito, intorno al quale voi intendete ella esser collocata, e contrassegnatelo con qualche carattere.

Simpl. Sia questo, segnato *A*, il luogo del globo terrestre.

Sal. Bene sta. So, secondariamente, che voi sapete benissimo che essa Terra non è dentro al corpo solare, né meno a quello contigua, ma per certo spazio distante; e però assegnate al Sole qual altro luogo più vi piace, remoto dalla Terra a vostro beneplacito, e questo ancora contrassegnate.

Simpl. Ecco fatto: sia il luogo del corpo solare questo, segnato *O*.

Sal. Stabiliti questi due, voglio che pensiamo di accomodar il corpo di Venere in tal maniera, che lo stato e movimento suo possa sodisfar a ciò che di essi ci mostrano le sensate apparenze; e però riducetevi a memoria quello che, o per i discorsi

passati o per vostre proprie osservazioni, avete compreso accadere in tale stella; e poi assegnatele quello stato che vi parrà convenirsele.

Simpl. Posto che sieno vere le apparenze narrate da voi, e che ho lette ancora nel libretto delle conclusioni [9], cioè che tale stella non si discosti mai dal Sole oltre a certo determinato intervallo di 40 e tanti gradi, sì che ella già mai non arrivi non solamente all'opposizion del Sole, ma né anco al quadrato [10], né tampoco all'aspetto sestile; e più, che ella si mostri in un tempo quasi 40 volte maggiore che in altro tempo, cioè grandissima quando, sendo retrograda, va alla congiunzion vespertina del Sole, e piccolissima quando con movimento diretto va alla congiunzion mattutina; e di più, sendo vero che quando ella appar grandissima, si mostri di figura cornicolata, e quando appar piccolissima, si vegga rotonda perfettamente; sendo, dico, vere cotali apparenze, non veggo che si possa sfuggire di affermare, tale stella raggirarsi in un cerchio intorno al Sole, poiché tal cerchio in niuna maniera si può dire che abbracci e dentro di sé contenga la Terra, né meno che sia inferiore al Sole, cioè tra esso e la Terra, né anco superior al Sole. Non può tal cerchio abbracciar la Terra, perché Venere verrebbe talvolta all'opposizion del Sole; non può esser inferiore, perché Venere circa l'una e l'altra congiunzione co 'l Sole si mostrerebbe falcata; né può esser superiore, perché si mostrerebbe sempre rotonda, né mai cornicolata. E però per il ricetto di lei segnerò il cerchio *C H* intorno al Sole, senza che egli abbracci la Terra.

Sal. Accomodata Venere, è bene che pensiate a Mercurio, il quale, come sapete, trattenendosi sempre intorno al Sole, molto meno da lui si allontana che Venere; però considerate qual luogo convenga assegnargli.

Simpl. Non è dubbio che, immitando egli Venere, accomodatissima stanza sarà per lui un minor cerchio dentro a

[9] Cfr. p. 272, n. 50.

[10] La quadratura di un astro rispetto ad un altro si ha quando la distanza è di un quarto di circonferenza dello zodiaco.

questo di Venere, e pure intorno al Sole, essendo, massime della sua vicinità al Sole, argomento ed indizio assai concludente la vivacità del suo splendore sopra quello di Venere e de gli altri pianeti: potremo dunque con tal fondamento segnare il suo cerchio, notandolo con li caratteri *B G*.

Sal. Marte poi dove lo metteremo?

Simpl. Marte, perché viene all'opposizion del Sole, è necessario che co 'l suo cerchio abbracci la Terra: ma veggo ch' e' bisogna per necessità ch'egli abbracci il Sole ancora; imperocché, venendo alla congiunzion co 'l Sole, se e' non gli passasse di sopra, ma gli fusse inferiore, apparirebbe cornicolato, come fa Venere e la Luna; ma egli si mostra sempre rotondo; adunque è necessario che egli includa dentro al suo cerchio non meno il Sole che la Terra. E perché mi sovviene che voi abbiate detto che quando esso è all'opposizion del Sole si mostra 60 volte maggiore che quando è verso la congiunzione, parmi che molto bene si accomoderà a queste apparenze un cerchio intorno al centro del Sole e che abbracci la Terra, quale io noto adesso e contrassegno *D I*: dove Marte nel punto *D* è vicinissimo alla Terra, ed è opposto al Sole; ma quando è nel punto *I*, è alla congiunzion co 'l Sole, ma lontanissimo dalla Terra. E perché l'istesse apparenze si osservano in Giove ed in Saturno, se ben con assai minor diversità in Giove che in Marte, e con minor ancora in Saturno che in Giove, mi par comprendere che molto acconciamente sodisfaremo anco a questi due pianeti con due cerchi pur intorno al Sole, e questo primo per Giove segnandolo *E L*, ed un altro superiore per Saturno notato *F M*.

Sal. Voi sin qui vi sete portato egregiamente. E perché (come vedete) l'appressamento e discostamento de' tre superiori vien misurato dal doppio della distanza tra la Terra e 'l Sole, questa fa maggior diversità in Marte che in Giove, per essere il cerchio *D I* di Marte minore del cerchio *E L* di Giove; e similmente perché questo *E L* è minore del cerchio *F L* di Saturno, la medesima diversità è ancor minore in Saturno che in Giove; e ciò puntualmente risponde all'ap-

parenze. Resta ora che pensiate di assegnare il luogo alla Luna.

Simpl. Seguendo l'istesso metodo, che mi par concludentissimo, poiché veggiamo che la Luna viene alla congiunzione ed all'opposizione del Sole, è necessario dire che il suo cerchio abbracci la Terra; ma non bisogna già che egli abbracci il Sole, perché quando ella fusse verso la congiunzione, non si mostrerebbe falcata, ma sempre rotonda e piena di lume; oltre che già mai non potrebbe ella farci, come spesse volte fa, l'eclisse del Sole, con l'interporsi tra esso e noi. È dunque necessario assegnarle un cerchio intorno alla Terra, qual sarebbe questo *N P*, sì che costituita in *P* ci apparisca dalla Terra *A* congiunta co 'l Sole, onde possa talora eclissarlo, e posta in *N* si vegga opposta al Sole, ed in tale stato possa cadere nell'ombra della Terra ed oscurarsi.

Sal. Ora che faremo, signor Simplicio, delle stelle fisse? Vogliamole por disseminate per gl'immensi abissi dell'universo, in diverse lontananze da qualsivoglia determinato punto, o pur collocate in una superficie sfericamente distesa intorno a un suo centro, sì che ciascheduna di loro sia dal medesimo centro egualmente distante?

Simpl. Più tosto torrei una strada di mezo, e gli assegnerei un orbe descritto intorno a un determinato centro e compreso dentro a due superficie sferiche, cioè una altissima concava e l'altra inferiore convessa, tra le quali costituirei l'innumerabil moltitudine delle stelle, ma però in diverse altezze; e questa si potrebbe chiamar la sfera dell'universo, continente dentro di sé gli orbi de i pianeti, già da noi disegnati.

Sal. Adunque già aviamo noi, signor Simplicio, sin qui ordinati i corpi mondani giusto secondo la distribuzion del Copernico, e ciò si è fatto di propria mano vostra: e di più a tutti avete voi assegnati movimenti proprii, eccettuatone il Sole, la Terra e la sfera stellata; ed a Mercurio con Venere avete attribuito il moto circolare intorno al Sole, senza abbracciar la Terra, intorno al medesimo Sole fate muover li tre superiori, Marte, Giove e Saturno, comprendendo la Terra dentro a i cerchi loro; la Luna poi non può muoversi

in altra maniera che intorno alla Terra, senza abbracciar il Sole: e pure in questi moti convenite voi ancora co 'l medesimo Copernico. Restano ora da decidere, tra il Sole, la Terra e la sfera stellata, tre cose: cioè la quiete, che apparisce esser della Terra; il movimento annuo sotto lo zodiaco, che apparisce esser del Sole; e il movimento diurno, che apparisce esser della sfera stellata, con participarlo a tutto il resto dell'universo, eccettuatone la Terra. Ed essendo vero che tutti gli orbi de' pianeti, dico di Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno, si muovono intorno al Sole, come centro loro, di esso Sole par tanto più ragionevole che sia la quiete che della Terra, quanto di sfere mobili è più ragionevole che il centro stia fermo, che alcun altro luogo da esso centro remoto: alla Terra, dunque, la qual resta costituita in mezo a parti mobili, dico tra Venere e Marte, che l'una fa la sua revoluzione in nove mesi e l'altro in due anni, molto acconciamente si può attribuire il movimento d'un anno, lasciando la quiete al Sole. E quando ciò sia, segue per necessaria conseguenza che anco il moto diurno sia della Terra: imperocché se, stando fermo il Sole, la Terra non si rivolgesse in se stessa, ma solo avesse il movimento annuo intorno al Sole, il nostro anno non sarebbe altro che un giorno ed una notte, cioè sei mesi di giorno e sei mesi di notte, com'altra volta s'è detto. Vedete poi quanto acconciamente vien levato dall'universo il precipitosissimo moto delle 24 ore, e come le stelle fisse, che sono tanti Soli, conforme al nostro Sole godono una perpetua quiete. Vedete in oltre quanta agevolezza si trovi in questo primo abbozzamento, per render le ragioni di apparenze tanto grandi ne' corpi celesti.

Sagr. Io la scorgo benissimo; ma sì come voi da questa simplicità raccogliete gran probabilità per la verità di cotal sistema, altri forse per l'opposito ne potrebbe far contrarie deduzioni, dubitando, non senza ragione, come, essendo tal costituzione antichissima de' Pittagorici e tanto bene accomodata all'apparenze, abbia poi nel progresso di migliaia d'anni auto così pochi seguaci, e sia sin da Aristotile medesimo stata rifiutata, e doppo l'istesso Copernico vadia continuando nell'istessa fortuna.

Sal. Se voi, signor Sagredo, vi foste alcuna volta abbattuto, sì com'io molte e molte volte incontrato mi sono, a sentir quali sorte di scempiezze bastano a render contumace ed impersuasibile il vulgo al prestar l'orecchio [11], non che l'assenso, a queste novità, credo che assai in voi si diminuirebbe la meraviglia del trovarsi così pochi seguaci di tale opinione; ma poca stima, per mio parere, si deve fare di cervelli a i quali, per confermargli e fissamente ritenergli nell'immobilità della Terra, concludentissima dimostrazione è il vedere come stamani non saranno a desinar in Costantinopoli né stasera a cena nel Giappone, e che son certi che la Terra, come gravissima, non può montar su sopra il Sole e poi a rompicollo calare a basso. Di questi tali, il numero de' quali è infinito, non bisogna tener conto né registrar le loro sciocchezze e cercar di fare acquisto d'uomini nella cui difinizione entra solo il genere e manca la differenza, per avergli per compagni nelle opinioni sottilissime e delicatissime. In oltre, qual guadagno credereste voi di poter mai fare con tutte le dimostrazioni del mondo in cervelli tanto stolidi, che non sono per se stessi bastanti a conoscer le lor così estreme pazzie? Ma la mia, signor Sagredo, è molto differente dalla vostra meraviglia: voi vi maravigliate che così pochi siano seguaci della opinione de' Pitagorici; ed io stupisco come si sia mai sin qui trovato alcuno che l'abbia abbracciata e seguita, né posso a bastanza ammirare l'eminenza dell'ingegno di quelli che l'hanno ricevuta e stimata vera, ed hanno con la vivacità dell'intelletto loro fatto forza tale a i proprii sensi, che abbiano possuto antepor quello che il discorso gli dettava, a quello che le sensate esperienze gli mostravano

[11] Nelle condizioni di civiltà e di cultura della società del Seicento, la scienza veniva a trovarsi necessariamente distante dalle esigenze e dalla condizione mentale delle classi popolari, le quali, per lo stato di disintegrazione sociale e culturale, venivano ad essere dominate da un falso sapere intriso di magia e di astrologia, e perciò erano contro le prospettive di progresso intellettuale aperte dalla nuova scienza. Di qui il carattere « aristocratico » delle nuove correnti scientifiche, le quali trovarono più largo credito negli ambienti più aperti della piccola nobiltà e della borghesia illuminata. Cfr. al riguardo L. Bulferetti, *G. Galilei e la società del suo tempo* cit.).

apertissimamente in contrario. Che le ragioni contro alla vertigine diurna della Terra, già esaminate da voi, abbiano grandissima apparenza, già l'abbiamo veduto, e l'averle ricevute per concludentissime i Tolemaici, gli Aristotelici e tutti i lor seguaci, è ben grandissimo argomento della loro efficacia; ma quelle esperienze che apertamente contrariano al movimento annuo, son ben di tanto più apparente repugnanza, che (lo torno a dire) non posso trovar termine all'ammirazion mia, come abbia possuto in Aristarco e nel Copernico far la ragion tanta violenza al senso, che contro a questo ella si sia fatta padrona della loro credulità.

Sagr. Adunque siamo per avere altri contrasti gagliardi contro a questo movimento annuo ancora?

Sal. Siamo; e tanto evidenti e sensati, che se senso superiore e più eccellente de i comuni e naturali non si accompagnava con la ragione, dubito grandemente che io ancora sarei stato assai più ritroso contro al sistema Copernicano, di quello che stato non sono doppo che più chiara lampada che la consueta mi ha fatto lume.

Sagr. Or dunque, signor Salviati, vegnamo, come si dice, alle strette, ché ogni parola che si spende in altro mi par gettata via.

Sal. Eccomi a servirvi.

**Simpl.* [12] Di grazia, signori, permettetemi che io riduca a tranquillità la mia mente, che ora mi ritrovo molto fluttuante per certo particolare pur ora tocco dal signor Salviati acciò che io possa poi, spianate che siano l'onde, più distintamente ricever le vostre specolazioni: imperò che non ben s'imprimano le spezie nello speccio ondeggiante, come il Poeta latino graziosamente ci espresse dicendo:

... nuper me in littore vidi,
cum placidum ventis staret mare. [13]

[12] Il passo contrassegnato da due asterischi è scritto di pugno di Galilei a margine di una copia del *Dialogo* esistente presso il Seminario di Padova.

[13] VIRGILIO, *Bucoliche*, II, 25-26: « ... or ora mi vidi nel Lido, perché il mare era placido ».

Sal. Voi avete molto ben ragione, e però dite i vostri dubbii.

Simpl. Voi avete ultimamente spacciati per egualmente d'ingegno ottuso quelli che negano alla Terra il moto diurno, perché non si veggono da quello trasportare in Persia o nel Giappone, e quelli che son contrarianti al moto annuo per la repugnanza che sentono nel dovere ammettere che la vastissima e gravissima mole del globo terrestre possa sollevarsi in alto e quindi calare abasso, come converrebbe che facesse quando intorno al Sole con tal movimento si rigirasse: ed io, non prendendo rossore d'essere annumerato tra questi sciocchi, sento l'istesso repugnanza nel mio cervello, quanto però a questo secondo punto che oppone al moto annuo, e massimamente mentre veggo quanta resistenza faccia all'esser mossa anco per piano, non dirò una montagna ma una pietra che piccola parte sia d'una rupe alpestre. Però, non disprezzando affatto simili instanze, vi prego a risolverle, e non solo per me, quanto per altri, a i quali sembrano concludentissime; perché ho per assai difficile che alcuno, per semplice che sia, conosca e confessi la sua semplicità, mosso dal solo sentirsi reputare per tale.

Sagr. Anzi, quanto più semplice, tanto più sarà egli impersuasibile del suo difetto. E con questa occasione vo considerando come non solamente per sodisfare al signor Simplicio, ma per altro rispetto ancora, non meno importante, è bene risolver questa ed altre instanze di simil sorte; poiché si vede che non mancano uomini, nella comune filosofia ed in altre scienze versatissimi, che, per mancamento o dell'astronomia o delle matematiche o di qual altra facoltà si sia che acuisce l'ingegno alla penetrazion del vero, restano persuasi da discorsi tanto vani: per lo che mi par degna di commiserazione la condizione del povero Copernico, il quale non si può tener sicuro che la censura delle sue dottrine non possa per avventura cadere in mano di persone, che non sendo abili a restar capaci delle sue ragioni sottilissime e per ciò difficili ad esser comprese, ma ben di già persuasi da simili vane apparenze della falsità di quelle, per false e per erronee le vadano predicando. Per lo che, quando non

si potessero render capaci di quelle più astruse, è bene procurare che conoscano la nullità di queste altre, dalla qual cognizione venga moderato il giudizio e la condanna della dottrina che ora tengano per erronea. Recherò dunque due altre obiezzioni, ma contro al moto diurno, le quali non è molto che sentii produrre da persone di gran litteratura, e poi verremo al moto annuo. La prima fu, che quando fusse vero che non il Sole e l'altre stelle si sollevassero sopra l'orizonte orientale, ma che la parte orientale della Terra se gli abbassasse sotto, restando quelle immobili, bisognerebbe che di lì a poche ore le montagne situate a levante declinando in giù mediante la conversion del globo terrestre, si riducessero in tale stato, che dove poco fa per ascendere al lor giogo conveniva caminare all'erta, convenisse di poi, per condursi lassù, scendere alla china. L'altra fu, che quando il moto diurno fusse della Terra, doverebbe esser tanto veloce, che uno costituito nel fondo di un pozzo non potrebbe se non per un momento di tempo vedere una stella che gli fusse sopra 'l vertice, non la potendo egli vedere se non quel brevissimo tempo nel quale passa 2 o 3 braccia della circonferenza della Terra, ché tanta sarà la larghezza del pozzo: tutta via si vede per esperienza che il passaggio apparente di tale stella, nel traversare il pozzo, consuma assai lungo tempo; argomento necessario che la bocca del pozzo non si muove altramente con quella furia che converrebbe alla diurna conversione, e, per conseguenza, che la Terra è immobile.

Simpl. Di questi 2 argomenti, il secondo veramente mi pare assai concludente: ma quanto al primo, crederei di potermi da per me stesso disbrigare, mentre considero che l'istesso è che il globo terrestre, rivolgendosi intorno al proprio centro, porti una montagna verso levante, che se, stando fermo il globo, la montagna, svelta dalla radice, fusse strascicata sopra la Terra; ed il portare il monte sopra la superficie della Terra non veggo che sia differente operazione dal condurre una nave per la superficie del mare: onde, tuttavolta che l'instanza del monte valesse, ne seguirebbe parimente che, continuando la nave il suo viaggio, disco-

stata che ella si fusse da i nostri porti per molti gradi, ci convenisse per andare sopra 'l suo albero non più salire, ma muoversi per la piana e poi ancora scendere; il che non accade, né io ho mai sentito alcun marinaro, *etiam* di quelli che hanno circondato tutto 'l globo, che ponga differenza veruna circa tale operazione, né intorno ad alcun altro ministerio che si faccia in nave, per ritrovarsi il vassello più in questa che in qualsivoglia altra parte.

Sal. Voi molto ben discorrete: e se all'autore di quella instanza fusse mai caduto in mente di considerare che la sua vicina montagna, postagli a levante, quando il globo terrestre girasse, di lì a 2 ore per tal moto si troverebbe condotta colà dove ora si trova, verbigrazia, il monte Olimpo o 'l Carmelo, arebbe compreso come dal suo proprio modo di argomentare si costrigneva a credere e confessare che per andare nel vertice di detti monti, *de facto* conviene sciendere. Questi sono di quei cervelli atti a negar gli antipodi, atteso che non si può caminare col capo all'ingiù e coi piedi attaccati al palco; questi da concetti veri, ed anco perfettamente intesi da loro, non sanno poi dedur soluzioni facilissime a i lor dubbi: voglio dire che benissimo intendono che il gravitare e lo sciendere è tendere verso 'l centro del globo terrestre, e che 'l salire è il discostarsene; si perdono poi nell'intendere che gli antipodi nostri per sostenersi e caminare non hanno difficoltà veruna, perché fanno giusto come noi, cioè tengono le piante de' piedi verso 'l centro della Terra e 'l capo vesso 'l cielo.

Sagr. E pur sappiamo, uomini in altre dottrine di sublimi ingegni essersi abbagliati in tali cognizioni; dal che tanto maggiormente vien confermato quello che pur ora dicevo, cioè che è bene rimuover tutte le obiezzioni, ancor che debolissime: e però rispondasi pur ancora a quei del pozzo.

Sal. Questo secondo argomento ha bene in apparenza un non so che più del concludente; tutta via io tengo per fermo che quando si potesse interrogare quell'istesso a chi e' sovvenne, acciò meglio si spiegasse con dichiarare qual sia precisamente l'effetto che dovrebbe seguire, e che gli par che non segua, posta la conversion diurna esser della

Terra, credo, dico, che egli si avvilupperebbe nell'espor la sua difficoltà con le sue conseguenze, forse non meno di quel ch' e' farebbe nello svilupparsene col pensarvi.

Simpl. S'io debbo dire 'l vero, stimo certo che così accaderebbe, imperò che io ancora di presente mi trovo nella medesima confusione: perché mi pare che l'argomento stringa, quanto alla prima apprensione; ma all'incontro veggo come per nebbia che se il discorso procedesse rettamente, quella immensa rapidità di corso che si dovrebbe scorger nella stella quando il moto fusse della Terra, si doverebbe ancora, anzi molto più, scorger nella medesima quando il moto fusse suo, dovendo esser molte migliaia di volte più veloce nella stella che nella Terra. All'incontro poi, l'aversi a perder la vista della stella per il solo trapasso della bocca del pozzo, che sarà poi 2 o tre braccia di diametro, mentre il pozzo con la Terra ne trapassano assai più di 2000000 in un'ora, par ben che abbia da esser cosa tanto momentanea, che né anco possa esser compresa; e pur dal fondo del medesimo pozzo per assai lungo spazio di tempo vien ella veduta. Però vengo in desiderio d'esser ridotto in chiaro di questo negozio.

Sal. Ora mi confermo io maggiormente nel credere la confusione dell'autor dell'instanza, mentre veggo che voi ancora, signor Simplicio, adombrate, né ben possedete, quello che dir vorreste: il che raccolgo io principalmente dal tralasciar voi una distinzione, che è un punto principalissimo in questa faccenda. Però ditemi se nel far questa esperienza, dico di questo trapasso di stella sopra la bocca del pozzo, voi fate differenza veruna dall'essere il pozzo più o men profondo, cioè dall'esser quello che osserva più o men distante dalla bocca; perché non vi ho sentito far caso sopra ciò.

Simpl. Veramente non ci ho applicato il pensiero, ma ben la vostra interrogazione mi sveglia la mente, e mi accenna, tal distinzione dovere esser necessariissima; e già comincio a comprendere che per determinare il tempo di tal passaggio, la profondità del pozzo può per avventura arrecar diversità non minore che la larghezza.

Sal. Anzi pur vo io dubitando che la larghezza non ci abbia che far niente, o pochissimo.

Simpl. E pur mi pare che dovendo scorrer 10 braccia di larghezza ricerchi dieci volte più tempo che il trapasso di un braccio: e son sicuro che una barchetta lunga 10 braccia prima mi trapasserà innanzi alla vista, che una galera lunga cento.

Sal. E pur persistiamo ancora in quello inveterato concetto, di non ci muover se non tanto quanto le nostre gambe ci portano. Questo che voi dite, signor Simplicio mio, è vero quando l'oggetto veduto si muove stando voi fermo a osservarlo; ma se voi sarete nel pozzo quando il pozzo e voi insieme siate portati dalla terrestre conversione, non vedete voi che né in un'ora né in mille né in eterno sarete trapassato dalla bocca del pozzo? Quello che in tal caso operi in voi il muoversi o non muoversi la Terra, non può riconoscersi nella bocca del pozzo, ma in altro oggetto separato e che non partecipi della medesima condizione, dico di moto o di quiete.

Simpl. Tutto sta bene: ma posto che io, stando nel pozzo, sia portato di conserva con esso dal moto diurno, e che la stella da me veduta sia immobile, non essendo l'apertura del pozzo, che sola dà il passaggio alla mia vista, più di tre braccia de i tanti milioni di braccia del resto della superficie terrestre, che la vista m'impedisce, come potrà essere il tempo della veduta sensibil parte di quello dell'occultazione?

Sal. E pur ricadete nel medesimo equivoco: ed in effetto sete bisognoso di chi v'aiuti a uscirne. Non è, signor Simplicio, la larghezza del pozzo quella che misura il tempo dell'apparizion della stella, perché così la vedreste perpetuamente, essendo che perpetuamente la bocca del pozzo dà il transito alla vostra vista; ma tal misura si deve prendere dalla quantità del cielo immobile, che per l'apertura del pozzo vi resta visibile.

Simpl. Ma quello che mi si scuopre del cielo non è egli tal parte di tutta la sfera celeste, quale è la bocca del pozzo di tutta la terrestre?

Sal. Voglio che vi rispondiate da voi medesimo; però ditemi, se la bocca del medesimo pozzo è sempre la medesima parte della superficie terrena.

Simpl. È senza dubbio la medesima sempre.

Sal. E la parte del cielo veduta da quello che è nel pozzo, è ella sempre la medesima quantità di tutta la sfera celeste?

Simpl. Ora comincio a disottenebrarmi la mente e a intender quello che poco fa mi accennaste, e che la profondità del pozzo ha che fare assai nel presente negozio; perché non è dubbio che quanto più si allontanerà l'occhio dalla bocca del pozzo, minor parte del cielo si scoprirà, la qual poi, in conseguenza, più presto verrà trapassata e persa di vista da colui che dal profondo del pozzo la rimirerà.

Sal. Ma èvv'egli luogo alcuno nel pozzo dal quale si scoprisse tal parte appunto della celeste sfera, quale è la bocca del pozzo della superficie terrena?

Simpl. Parmi che quando si profondasse il pozzo sino al centro della Terra, forse di là si scoprirebbe una parte di cielo, che sarebbe di lui quale è il pozzo della Terra. Ma discostandosi dal centro e salendo verso la superficie, si vien sempre scoprendo parte maggiore di esso cielo.

Sal. E finalmente, posto l'occhio nel piano della bocca del pozzo, si scuopre la metà del cielo o pochissimo meno, per la qual passare (dato che noi fussimo sotto l'equinoziale) ci vuole 12 ore di tempo.* Già vi ho disegnato la forma del sistema Copernicano: contro alla verità del quale muove prima fierissimo assalto Marte istesso, il quale, quando fusse vero che variasse tanto le sue distanze dalla Terra che dalla minima alla massima lontananza ci fusse differenza quanto è due volte dalla Terra al Sole, sarebbe necessario che quando è a noi vicinissimo si mostrasse il suo disco più di 60 volte maggiore di quello che si mostra quando è lontanissimo; tuttavia tal diversità di apparente grandezza non ci si scorge, anzi nella opposizione al Sole quando è vicino alla Terra, non si mostra né anco 4 o 5 volte più grande che quando, verso la congiunzione, viene occultato sotto i raggi del Sole. Altra e maggior difficultà ci fa Venere, che se girando intorno al Sole, come afferma il Copernico, gli fusse ora sopra

ed ora sotto, allontanandosi ed appressandosi a noi quanto verrebbe ad esser il diametro del cerchio da lei descritto, quando fusse sotto il Sole e a noi vicinissima, dovrebbe il suo disco mostrarcisi poco meno di 40 volte maggiore che quando è superiore al Sole, vicina all'altra sua congiunzione; tutta via la differenza è quasi impercettibile. Aggiugnesi un'altra difficultà: che quando il corpo di Venere sia per se stesso tenebroso, e solo risplenda, come la Luna, per l'illuminazion del Sole, come par ragionevole, quando ella si ritrova sotto il Sole, dovrebbe mostrarcisi falcata, come la Luna quando parimente ell'è vicina al Sole: accidente che in lei non apparisce; per lo che il Copernico pronunziò che ella o fusse lucida per se medesima, o che la sua materia fusse tale, che potesse imbeversi del lume solare e quello trasmettere per tutta la sua profondità, sì che potesse mostrarcisi sempre risplendente: ed in questo modo scusò il Copernico il non mutar figura in Venere; ma della poco variata grandezza di lei non disse cosa veruna, e di Marte assai meno del suo bisogno, credo per non poter a sua sodisfazion salvare un'apparenza tanto repugnante alla sua posizione: e pur, persuaso da tanti altri incontri, ci si mantenne, e l'ebbe per vera. Oltre a queste cose, il far che tutti i pianeti, insieme con la Terra, si muovano intorno al Sole, come centro delle lor conversioni, e che la Luna sola perturbi cotale ordine, ed abbia il suo movimento proprio intorno alla Terra, e che insieme insieme ed essa e la Terra e tutta la sfera elementare si muova in un anno intorno al Sole, par che alteri in guisa l'ordine, che lo renda inverisimile e falso. Queste son quelle difficultà che mi fanno maravigliare come Aristarco e il Copernico, che non può esser che non l'abbiano osservate, non le avendo poi potute risolvere, ad ogni modo abbiano per altri mirabili riscontri confidato tanto in quello che la ragione gli dettava, che pur confidentemente abbiano affermato, non per la struttura dell'universo avere altra forma che la da loro disegnata. Ci sono poi altre gravissime e bellissime difficultà, non così agevoli da esser risolute da gli ingegni mediocri, ma però penetrate e dichiarate dal Copernico, le quali noi rimet-

teremo più di sotto, doppo che averemo risposto ad altre opposizioni di altri, che si mostrano contrarie a questa posizione. Ora venendo alle dichiarazioni e risposte alle tre addotte gravissime obiezioni, dico che le due prime non solamente non contrariano al sistema Copernicano, ma grandemente ed assolutamente lo favoriscono; perché e Marte e Venere si mostrano diseguali a se stessi, secondo le proporzioni assegnate, e Venere sotto il Sole si mostra falcata, e va puntualmente mutando sue figure nello stesso modo che fa la Luna.

Sagr. Ma com'è stato questo occulto al Copernico, e manifesto a voi?

Sal. Queste cose non possono esser comprese se non co 'l senso della vista, il quale da natura non è stato conceduto a gli uomini tanto perfetto, che sia potuto arrivare a discerner tali differenze; anzi pur lo strumento stesso del vedere a se medesimo reca impedimento: ma doppo che all'età nostra è piaciuto a Dio di concedere all'umano ingegno tanto mirabil invenzion, di poter perfezionar la nostra vista co 'l multiplicarla 4, 6, 10, 20, 30 e 40 volte, infiniti oggetti che, o per la loro lontananza o per la loro estrema piccolezza, ci erano invisibili, si sono co 'l mezo del telescopio resi visibilissimi.

Sagr. Ma Venere e Marte non sono de gli oggetti invisibili per la lor lontananza o piccolezza, anzi pur gli comprendiamo noi con la semplice vista naturale: perché dunque non distinguiamo noi le differenze delle grandezze e figure loro?

Sal. In questo ci ha gran parte l'impedimento del nostro occhio stesso, come pur ora vi ho accennato, dal quale gli oggetti risplendenti e lontani non ci vengono rappresentati semplici e schietti; ma ce gli porge inghirlandati di raggi avventizii e stranieri, così lunghi e folti, che il lor nudo corpicello ci si mostra ingrandito 10, 20, 100 e mille volte più di quello che ci si rappresenterebbe quando se gli levasse il capellizio radioso non suo.

Sagr. Ora mi sovviene d'aver letto non so che in questa materia, non so se nelle *Lettere Solari* o nel *Saggiatore* del

nostro amico comune: ma non sarà se non bene, sì per ridurlo in memoria a me sì per intelligenza del signor Simplicio, che forse non ha viste tali scritture, dichiararci più distintamente come sta questo negozio, la cui cognizione penso che sia molto necessaria per ben restar capace di quello che ora si tratta.

Simpl. A me veramente giugne nuovo tutto quello che di presente vien portato dal signor Salviati; ché, per dire il vero, non ho auto curiosità di legger cotesti libri, né ho sin qui prestato molta fede all'occhiale nuovamente introdotto, anzi, seguendo le pedate de gli altri filosofi peripatetici miei consorti, ho creduto esser fallacie e inganni de i cristalli quelle che altri hanno ammirate per operazioni stupende: e però, quando io sia sin qui stato in errore, mi sarà caro d'esserne cavato; e allettato dall'altre novità udite da voi, starò più attentamente a sentire il resto.

Sal. La confidenza che hanno questi tali uomini del proprio loro accorgimento è non meno fuor di ragione di quel che sia la poca stima che fanno del giudizio altrui; ed è gran cosa che si stimino atti a poter giudicar meglio d'un tale strumento senza averlo mai sperimentato, che quelli che mille e mille esperienze ne hanno fatte e ne fanno ogni giorno. Ma lasciamo, di grazia, questa sorta di pervicaci, che non si possono né anco tassare senza onorargli più che non meritano: e tornando al nostro proposito, dico che gli oggetti risplendenti, o sia che il lor lume si refranga nella umidità che è sopra le pupille, o si refletta ne gli orli delle palpebre, spargendo i suoi raggi reflessi sopra le medesime pupille, o sia pur per altra cagione, si mostrano all'occhio nostro circondati di nuovi raggi, e perciò maggiori assai di quello che ci si rappresenterebbero i corpi loro spogliati di tale irradiazione; e questo ingrandimento si fa con maggiore e maggior proporzione secondo che tali oggetti lucidi son minori e minori; in quella guisa appunto che se noi supponessimo che il ricrescimento de' crini risplendenti fusse, verbigrazia, quattro dita, la qual giunta fatta intorno a un cerchio che avesse quattro dita di diametro accrescerebbe nove volte la sua apparente grandezza, ma...

Simpl. Dubito che voi abbiate voluto dir tre volte; perché aggiunto quattro dita di qua e quattro di là al diametro d'un cerchio che sia pur quattro dita, si viene a triplicar la sua quantità, e non a crescerla nove volte.

Sal. Un poco di geometria, signor Simplicio. È vero che 'l diametro cresce tre volte, ma la superficie, che è quella della quale noi parliamo, cresce nove volte; perché, signor Simplicio, le superficie de i cerchi son fra di loro come i quadrati de i lor diametri, ed un cerchio che abbia quattro dita di diametro ad un altro che ne abbia dodici ha quella proporzione che ha il quadrato di quattro al quadrato di dodici, cioè che ha 16 a 144, e però sarà maggior di quello nove volte, e non tre: che sia per avvertimento al signor Simplicio. E seguendo avanti, se noi aggiugneremo la capellatura medesima di quattro dita a un cerchio che avesse due dita di diametro solamente, già il diametro della ghirlanda sarebbe dieci dita, e la piazza del cerchio all'area del nudo corpicello sarebbe come 100 a 4, ché tali sono i quadrati di 10 e di 12; l'ingrandimento dunque sarebbe di 25 volte tanto: e finalmente le 4 dita di crini aggiunte a un picciol cerchio d'un dito di diametro l'ingrandirebbero 81 volta: e così continuamente i ricrescimenti si fanno con maggior e maggior proporzione, secondo che gli oggetti reali, che si ricrescono, son minori e minori.

Sagr. La difficultà che ha dato fastidio al signor Simplicio, veramente non l'ha dato a me, ma son bene alcune altre cose delle quali io desidero più chiara intelligenza; ed in particolare vorrei intendere sopra qual fondamento voi affermate che tale ricrescimento sia sempre eguale in tutti gli oggetti visibili.

Sal. Già mi son io in parte dichiarato, mentre ho detto ricrescer solamente gli oggetti lucidi, e non gli oscuri; ora aggiungo il rimanente: che degli oggetti risplendenti quelli che son di luce più viva, maggior fanno e più forte la reflessione sopra la nostra pupilla, onde molto più mostrano d'ingrandirsi che i manco lucidi. E per non mi distender più lungamente sopra questo particolare, venghiamo a quello che la vera maestra ci insegna. Guardiamo questa sera,

quando l'aria sia bene scurita, la stella di Giove; noi la vedremo raggiante assai e molto grande: facciamo poi passar la vista nostra per un cannello, o anco per un piccolo spiraglio che, strignendo il pugno ed accostandocelo all'occhio, lasceremo tra la palma della mano e le dita, o veramente per un foro fatto con un sottile ago in una carta; vedremo il disco del medesimo Giove spogliato de i raggi, ma così piccolo che ben lo giudicheremo minore anco della sessantesima parte di quello che ci apparisce la sua gran fiaccola veduta con l'occhio libero: potremo doppo riguardare il Cane, stella bellissima e maggior di tutte l'altre fisse, la quale all'occhio libero si rappresenta non gran fatto minor di Giove; ma toltagli poi nel modo detto la capellatura, si vedrà il suo disco così piccolo, che ben non si giudicherà la ventesima parte di quel di Giove, anzi chi non è di vista perfettissima a gran fatica lo scorgerà: dal che si può ragionevolmente concludere che tale stella, come quella che è di un lume grandemente più vivo che quel di Giove, fa la sua irradiazione maggiore che Giove la sua. L'irradiazion poi del Sole e della Luna è come nulla, mediante la grandezza loro, la quale occupa per sé sola tanto spazio nell'occhio nostro, che non lascia luogo per i raggi avventizii; tal che i dischi loro si veggono tosi e terminati. Potremo assicurarci della medesima verità con un'altra esperienza, da me più volte fatta; assicurarci, dico, come i corpi splendenti di luce più vivace si irraggiano assai più che quelli che sono di luce più languida. Io ho più volte veduto Giove e Venere insieme, lontani dal Sole 25 o 30 gradi, ed essendo l'aria assai imbrunita, Venere pareva bene 8 ed anco 10 volte maggior di Giove, mentre però si riguardavono con l'occhio libero; ma guardati poi co 'l telescopio, il disco di Giove si scorgeva veramente maggior quattro e più volte di quel di Venere, ma la vivacità dello splendor di Venere era incomparabilmente maggiore della luce languidissima di Giove: il che da altro non procedeva che dall'esser Giove lontanissimo dal Sole e da noi, e Venere vicina a noi ed al Sole. Dichiarate queste cose, non sarà difficile a intender come possa esser che Marte, quand'è all'opposizion del Sole, e però vicino

a Terra sette volte e più che quando è verso la congiunzione, appena ci si mostri maggiore 4 o 5 volte in quello stato che in questo, mentre lo doveremmo vedere più di 50 volte tanto: di che la sola irradiazione è causa; ché se noi lo spoglieremo de i raggi avventizii, lo troveremo precisamente ingrandito con la debita proporzione: per levargli poi la chioma, il telescopio è l'unico e l'ottimo mezo, il quale, ingrandendo il suo disco 900 o mille volte, ce lo fa veder nudo e terminato come quel della Luna, e differente da se stesso nelle due posizioni secondo la debita proporzione a capello. In Venere poi, che nella sua congiunzion vespertina, quando è sotto il Sole, si dovrebbe mostrar quasi 40 volte maggiore che nell'altra congiunzion mattutina, e pur non si vede né anco raddoppiata, accade, oltre all'effetto della irradiazione, ch'ell'è falcata, e le sue corna, oltre all'esser sottili, ricevono il lume del Sole obliquamente, e però assai languido, talché, per esser poco e debile, meno ampla e vivace si fa la sua irradiazione che quando si mostra a noi co 'l suo emisferio tutto lucido; ma però il telescopio apertamente ci mostra le sue corna così terminate e distinte come quelle della Luna, e veggonsi come di un cerchio grandissimo, ed a proporzione maggiori quelle quasi 40 volte del suo medesimo disco, quando è superiore al Sole nell'ultima sua apparizion mattutina.

Sagr. Oh Niccolò Copernico [14], qual gusto sarebbe stato il tuo nel veder con sì chiare esperienze confermata questa parte del tuo sistema!

Sal. Sì; ma quanto minore la fama della sublimità del suo ingegno appresso a gl'intendenti! mentre si vede, come

[14] Essendosi convinto, dopo le sue ricerche di meccanica, della piena ed effettiva validità della teoria copernicana, Galilei ritrovò nel cannocchiale la prova effettuale sicura della realtà della dottrina eliocentrica. In questa frase si esprime la consapevolezza del passo avanti compiuto rispetto a Copernico, con la trasformazione del sistema eliocentrico da semplice teoria – con tutto quello che di ipotetico e di astratto comporta, – in verità scientificamente accertata. La scoperta delle fasi di Venere, contro l'opinione di Copernico, costituisce la conferma concreta del progresso da lui compiuto.

pur dissi dianzi, aver egli costantemente continuato nell'affermare, scorto dalle ragioni, quello di cui le sensate esperienze mostravano il contrario: che io non posso finir di stupire ch'egli abbia pur costantemente voluto persistere in dir che Venere giri intorno al Sole, ed a noi sia meglio di sei volte più lontana una volta che un'altra, e pur sempre si mostri eguale a se stessa, quando ella dovrebbe mostrarsi quaranta volte maggiore.

Sagr. In Giove, in Saturno [15] ed in Mercurio credo pur che si devano veder ancor le differenze delle lor grandezze apparenti puntualmente rispondere alle lor variate lontananze.

Sal. Ne' due superiori le ho io precisamente osservate quasi ogni anno da ventidua anni in qua: in Mercurio non si può fare osservazione di momento, per non si lasciar egli vedere se non nelle sue massime digressioni dal Sole, nelle quali le sue distanze dalla Terra sono insensibilmente diseguali e però tali differenze inosservabili, come anco le mutazioni di figure, che assolutamente bisogna che seguano come in Venere; e quando lo vediamo, dovrebbe mostrarsi in figura di mezo cerchio, come fa Venere ancora nelle sue massime digressioni; ma il suo disco è tanto piccolo e 'l suo splendore tanto vivace, per esser egli così vicino al Sole, che non basta la virtù del telescopio a radergli il crine, sì che egli apparisca tutto tosato. Restaci da rimuover quella che pareva grande sconvenevolezza nel moto della Terra, cioè che, volgendosi tutti i pianeti intorno al Sole, ella solamente non solitaria come gli altri, ma in compagnia della Luna, insieme con tutta la sfera elementare, andasse in un anno intorno al Sole, ed insieme insieme si movesse l'istessa Luna ogni mese intorno alla Terra. Qui è forza esclamar un'altra volta ed esaltare l'ammirabil perspicacità del Copernico ed insieme compiagner la sua disavventura, poiché egli non vive al nostro tempo, quando, per tòr via l'apparente assurdità del movimento in conserva della Terra e della

[15] Si veda il *Sidereus nuncius* e la lettera al Vinta del 30 luglio 1610 (vol. I, p. 872).

Luna, vediamo Giove, quasi un'altra Terra, non in conserva di una Luna, ma accompagnato da quattro Lune, andare intorno al Sole in 12 anni, con tutto quello che può esser contenuto dentro a gli orbi delle quattro stelle Medicee.

Sagr. Per qual cagione chiamate voi Lune i quattro pianeti Gioviali?

Sal. Tali si rappresentan elleno a chi stando in Giove le riguardasse. Imperocché esse per se stesse son tenebrose, e dal Sole ricevono il lume, il che è manifesto dal suo rimaner eclissate quando entrano nel cono dell'ombra di Giove; e perché di esse vien solamente illuminato l'emisferio che riguarda verso il Sole, a noi, che siamo fuor de i loro orbi e più vicini al Sole, si mostrano sempre tutte lucide; ma a chi fusse in Giove si mostrerebbero tutte luminose quando fussero nelle parti superiori de i lor cerchi, ma nelle parti inferiori, cioè tra Giove e 'l Sole, da Giove si scorgerebbon falcate: ed in somma farebbero a i Gioviali le mutazioni stesse di figure che a noi Terrestri fa la Luna. Vedete ora quanto mirabilmente si accordano co 'l sistema Copernicano queste tre prime corde, che da principio parevan sì dissonanti. Di qui potrà intanto il signor Simplicio vedere con quanta probabilità si possa concludere che non la Terra, ma il Sole, sia nel centro delle conversioni de i pianeti: e poiché la Terra vien collocata tra i corpi mondani che indubitatamente si muovono intorno al Sole, cioè sopra Mercurio e Venere, e sotto a Saturno, Giove e Marte, come parimente non sarà probabilissimo e forse necessario concedere che essa ancora gli vadia intorno?

Simpl. Questi accidenti son tanto grandi e cospicui, che non è possibile che Tolomeo e gli altri suoi seguaci non ne abbiano avuto cognizione; ed avendol auta, è pur necessario che abbiano ancor trovata maniera di render di tali e così sensate apparenze sufficiente ragione, ed anco assai congrua e verisimile, poiché per sì lungo tempo è stata ricevuta da tanti e tanti.

Sal. Voi molto ben discorrete; ma sappiate che il principale scopo de i puri astronomi è il render solamente ragione delle apparenze ne i corpi celesti, ed ad esse ed a i movi-

menti delle stelle adattar tali strutture e composizioni di cerchi, che i moti secondo quelle calcolati rispondano alle medesime apparenze, poco curandosi di ammetter qualche esorbitanza che in fatto, per altri rispetti, avesse del difficile [16]: e l'istesso Copernico scrive, aver egli ne' primi suoi studii restaurata la scienza astronomica sopra le medesime supposizioni di Tolomeo, e in maniera ricorretti i movimenti de i pianeti, che molto aggiustatamente rispondevano i computi all'apparenze e l'apparenze a i calcoli, tuttavia però che si prendeva separatamente pianeta per pianeta; ma soggiugne che nel voler poi comporre insieme tutta la struttura delle fabbriche particolari, ne risultava un mostro ed una chimera composta di membra tra di loro sproporzionatissime e del tutto incompatibili, sì che, quantunque si sodisfacesse alla parte dell'astronomo puro calcolatore, non però ci era la sodisfazione e quiete dell'astronomo filosofo. E perché egli molto ben intendeva, che se con assunti falsi in natura si potevan salvar le apparenze celesti, molto meglio ciò si sarebbe potuto ottenere dalle vere supposizioni, si messe a ricercar diligentemente se alcuno tra gli antichi uomini segnalati avesse attribuita al mondo altra struttura che la comunemente ricevuta di Tolomeo; e trovando che alcuni Pitagorici avevano in particolare attribuito alla Terra la conversion diurna, ed altri il movimento annuo ancora, cominciò a rincontrar con queste due nuove supposizioni le apparenze e le particolarità de i moti de i pianeti, le quali tutte cose egli aveva prontamente alle mani, e vedendo il

[16] Tale infatti era la funzione della scienza astronomica secondo i platonici come Tolomeo: una scienza atta a giustificare le apparenze nei corpi celesti; di qui il ricorso, reso necessario per una spiegazione plausibile di evidenti incongruenze, al sistema degli eccentrici e degli epicicli. Tuttavia fin dal Medioevo una corrente significativa di astronomi, influenzati dall'aristotelismo, richiamandosi all'arabo Al-bitrûji (Alpetragius), preferì considerare lo studio dei corpi celesti come un'indagine fisica, rifiutando così il metodo della spiegazione geometrica dei fenomeni celesti, e facendo appello ad alcuni princìpi di fisica. Copernico, pur ritornando alla tradizione platonizzante dell'astronomia, ne accettò soltanto i criteri metodologici e poté dimostrare nel suo *De revolutionibus orbium coelestium*, che l'ipotesi eliocentrica meglio si adattava alle apparenze celesti.

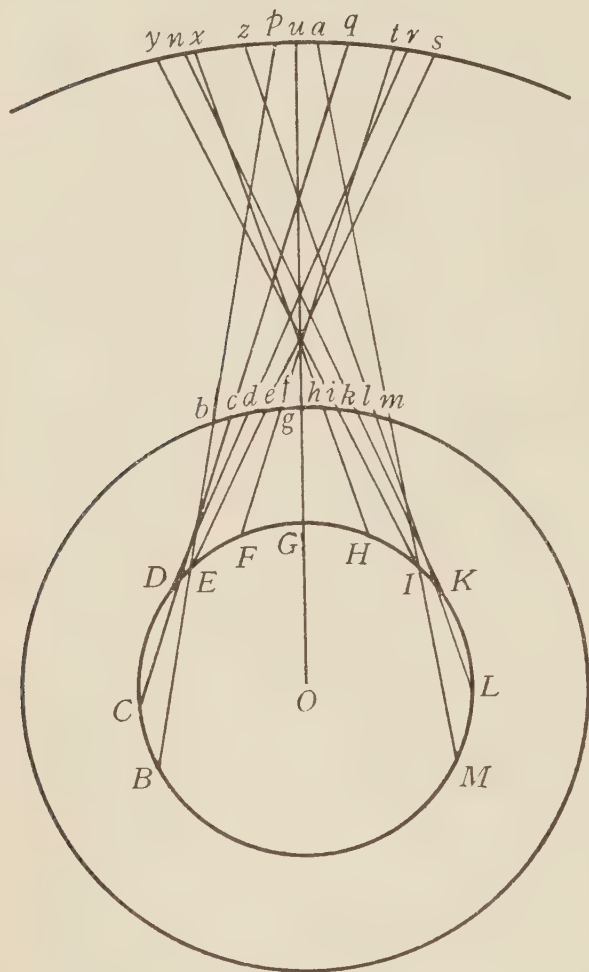
tutto con mirabil facilità corrisponder con le sue parti, abbracciò questa nuova costituzione ed in essa si quietò.

Simpl. Ma quali esorbitanze sono nella costituzione Tolemaica, che maggiori non ne sieno in questa Copernicana?

Sal. Sono in Tolomeo le infermità, e nel Copernico i medicamenti loro. E prima, non chiameranno tutte le sette de i filosofi grande sconvenevolezza che un corpo naturalmente mobile in giro si muova irregolarmente sopra il proprio centro, e regolarmente sopra un altro punto? e pur di tali movimenti difformi sono nella fabbrica di Tolomeo; ma nel Copernico tutti sono equabili intorno al proprio centro. In Tolomeo bisogna assegnare a i corpi celesti movimenti contrarii, e far che tutti si muovano da levante a ponente ed insieme insieme da ponente verso levante; che nel Copernico son tutte le revoluzion celesti per un sol verso, da occidente in oriente. Ma che diremo noi dell'apparente movimento de i pianeti, tanto difforme che non solamente ora vanno veloci ed ora più tardi, ma talvolta del tutto si fermano, ed anco dopo per molto spazio ritornano in dietro? per la quale apparenza salvare introdusse Tolomeo grandissimi epicicli, adattandone un per uno a ciaschedun pianeta, con alcune regole di moti incongruenti, li quali tutti con un semplicissimo moto della Terra si tolgono via. E non chiamereste voi, signor Simplicio, grandissimo assurdo se nella costruzion di Tolomeo, dove a ciascun pianeta sono assegnati proprii orbi, l'uno superior all'altro, bisognasse bene spesso dire che Marte, costituito sopra la sfera del Sole, calasse tanto che, rompendo l'orbe solare, sotto a quello scendesse, ed alla Terra più che il corpo solare si avvicinasse, e poco appresso sopra il medesimo smisuratamente si alzasse? e pur questa ed altre esorbitanze dal solo e semplicissimo movimento annuo della Terra vengono medicate.

Sagr. Queste stazioni, regressi e direzioni, che sempre mi son parse grandi improbabilità, vorrei io meglio intendere come procedano nel sistema Copernicano.

Sal. Voi, signor Sagredo, le vedrete proceder talmente, che questa sola coniettura dovrebbe esser bastante, a chi non fusse più che protervo o indisciplinabile, a farlo prestar

l'assenso a tutto il rimanente di tal dottrina. Vi dico dunque che, nulla mutato nel movimento di Saturno di 30 anni, in quel di Giove di 12, in quel di Marte di 2, in quel di Venere di 9 mesi, e in quel di Mercurio di 80 giorni incirca, il solo movimento annuo della Terra tra Marte e Venere cagiona le apparenti inegualità ne' moti di tutte le 5 stelle nominate: e per facile e piena intelligenza del tutto ne voglio descriver la sua figura. Per tanto supponete nel centro *O* esser collocato il Sole, intorno al quale noteremo l'orbe descritto dalla Terra co 'l movimento annuo *B G M*, ed il cerchio descritto, verbigrazia, da Giove intorno al Sole in 12 anni sia questo *b g m*, e nella sfera stellata intendiamo il zodiaco *yus*; in oltre nell'orbe annuo della Terra prenderemo alcuni archi eguali *B C*, *C D*, *D E*, *E F*, *F G*, *G H*, *H I*, *I K*, *K L*, *L M*, e nel cerchio di Giove noteremo altri archi passati ne' medesimi tempi ne' quali la Terra passa i suoi, che sieno *bc*, *cd*, *de*, *ef*, *fg*, *gh*, *hi*, *ik*, *kl*, *lm*, che saranno a proporzione ciascheduno minor di quelli notati nell'orbe della Terra, sì come il movimento di Giove sotto il zodiaco è più tardo dell'annuo. Supponendo ora, che quando la Terra è in *B*, Giove sia in *b*, ci apparirà a noi nel zodiaco essere in *p*, tirando la linea retta *B b p*: intendasi ora la Terra mossa da *B* in *C*, e Giove da *b* in *c* nell'istesso tempo; ci apparirà Giove esser venuto nel zodiaco in *q*, e mosso direttamente secondo

l'ordine de' segni *p*, *q*: passando poi la Terra in *D*, e Giove in *d*, si vedrà nel zodiaco in *r*; e da *E*, Giove arrivato in *e* apparirà nel zodiaco in *s*, mosso pur sempre direttamente. Ma cominciando poi la Terra a interporsi più dirittamente tra Giove e 'l Sole, venuta che ella sia in *F*, e Giove in *f*, ci apparirà in *t* già aver cominciato a ritornare apparentemente in dietro sotto il zodiaco; ed in quel tempo che la Terra averà passato l'arco *E F*, Giove si sarà trattenuto dentro a i punti *s*, *t*, e mostratosi a noi quasi fermo e stazionario. Venuta poi la Terra in *G*, e Giove in *g* all'opposizion del Sole, si vedrà nel zodiaco in *u*, e grandemente ritornato in dietro per tutto l'arco del zodiaco *t u*, ancor che egli, seguendo sempre il suo corso uniforme, sia veramente andato innanzi non solo nel suo cerchio, ma nel zodiaco ancora, rispetto al centro di esso zodiaco ed al Sole, in quello collocato; continuando poi e la Terra e Giove i movimenti loro, venuta che sia la Terra in *H* e Giove in *h*, si vedrà grandemente tornato indietro nel zodiaco per tutto l'arco *u x*: venuta la Terra in *I* e Giove in *i*, nel zodiaco si sarà apparentemente mosso per il piccolo spazio *x y*, ed ivi apparirà stazionario. Quando poi conseguentemente la Terra sarà venuta in *K* e Giove in *k*, nel zodiaco avrà passato l'arco *y n* con moto diretto; e seguendo il corso suo, la Terra da *L* vedrà Giove in *l* nel punto *z*: e finalmente Giove in *m* si vedrà dalla Terra *M* passato in *a*, con moto pur diretto; e tutta la sua apparente retrogradazione nel zodiaco sarà quanto è l'arco *s y*, fatta da Giove mentre che egli nel proprio cerchio passa l'arco *e i* e la Terra nel suo l'arco *E I*. E questo che si è detto di Giove, intendasi di Saturno e di Marte ancora, ed in Saturno tali regressi esser alquanto più frequenti che in Giove, per esser il moto suo più tardo di quel di Giove, sì che la Terra in più breve spazio di tempo lo raggiugne; in Marte poi son più rari, per essere il moto suo più veloce che quel di Giove, onde la Terra più tempo spende in racquistarlo. Quanto poi a Venere ed a Mercurio, i cerchi de i quali son compresi da quel della Terra, appariscono pur le loro stazioni e regressi cagionati non da i moti di quelli, che realmente sien tali, ma

dal moto annuo di essa Terra, come acutamente dimostra il Copernico con Apollonio Pergeo [17], nel libro 5 delle sue Revoluzioni al cap. 35.

Voi vedete, Signori, con quanta agevolezza e simplicità il moto annuo, quando fusse della Terra, si accomoda a render ragione delle apparenti esorbitanze che si osservano ne i movimenti de i cinque pianeti, Saturno, Giove, Venere e Mercurio, levandole via tutte e riducendole a moti equabili e regolari; e di questo maraviglioso effetto è stato Niccolò Copernico il primo che ci ha resa manifesta la cagione. Ma di un altro, non men di questo ammirando e che con nodo forse di più difficile scioglimento strigne l'intelletto umano ad ammetter questa annua conversione e lasciarla al nostro globo terrestre, nuova ed inopinata coniettura ce n'arreca il Sole stesso, il quale mostra di non aver voluto esso solo sfuggir l'attestazione di una conclusione tanto insigne, anzi, come testimonio maggior di ogni eccezione, ci è voluto essere a parte. Sentite dunque l'alta e nuova maraviglia.

Fu il primo scopritore ed osservatore delle macchie solari, sì come di tutte l'altre novità celesti, il nostro Academico Linceo; e queste scopers'egli l'anno 1610, trovandosi ancora alla lettura delle Matematiche nello Studio di Padova, e quivi ed in Venezia ne parlò con diversi, de i quali alcuni vivono ancora: ed un anno doppo le fece vedere in Roma a molti Signori, come egli asserisce nella prima delle sue Lettere al signor Marco Velsero [18], Duumviro d'Augusta. Esso fu il primo che, contro alle opinioni de i troppo timidi e troppo gelosi dell'inalterabilità del cielo, affermò tali macchie esser materie che in tempi brevi si producevano e si dissolvevano; che, quanto al luogo, erano contigue al corpo del Sole, e che intorno a quello si rigiravano, o vero, portate dall'istesso globo solare, che in sé stesso circa il proprio

[17] Apollonio di Perga fu matematico e astronomo, e visse al tempo di Archimede. Nacque verso il 260 e morì nei primi anni del secondo secolo. Insegnò a Pergamo e ad Alessandria e scrisse un trattato in otto libri sulle coniche, il cui studio consentirà poi a Keplero di formulare le sue leggi sul moto dei pianeti.

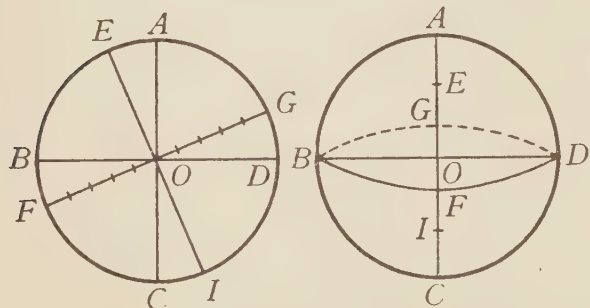
[18] Per Marco Welser, cfr. le *Lettere sulle macchie solari*, vol. I, pp. 327 segg.

centro nello spazio quasi di un mese si rivolgesse, finivano loro conversioni: il qual moto giudicò sul principio farsi dal Sole intorno ad un asse eretto al piano dell'eclittica, atteso che gli archi descritti da esse macchie sopra il disco del Sole apparivano all'occhio nostro linee rette ed al piano dell'eclittica parallele; le quali però venivano alterate in parte di alcuni movimenti accidentarii, vaganti ed irregolari, a i quali elleno son sottoposte, e per i quali tumultuariamente e senza ordine alcuno si vanno tra di loro mutando di sito, ora accozzandosi molte insieme, ora disseparandosi, ed alcuna in più dividendosi, e grandemente mutandosi di figure, per lo più molto stravaganti. E benché tali incostanti mutazioni alterassero in parte il periodico primario corso di esse macchie, non fecero però mutar pensiero all'amico nostro, sì che ei credesse che di tali deviazioni fusse alcuna cagione essenziale e ferma, ma continuò di credere che tutta l'apparente alterazione derivasse da quelle accidentarie mutazioni; in quella guisa appunto che accaderebbe a chi da lontane regioni osservasse il moto delle nostre nugole, le quali si scorgerebbero muoversi di moto velocissimo, grande e costante, portate dalla vertigine diurna della Terra (quando tal moto fusse suo) in ventiquattr'ore per cerchi paralleli all'equinoziale, ma però alterati in parte da i movimenti accidentarii cagionatigli da i venti, li quali verso diverse parti del mondo casualmente le spingono. Occorse in questo tempo che il signor Velsero gli mandò alcune lettere scritte da certo finto Apelle in materia di queste macchie, ricercandolo con instanza che gli volesse liberamente dire il suo parere sopra tali lettere, e di più significargli qual fusse l'opinion sua circa l'essenza di tali macchie: al che egli sodisfece con tre Lettere, mostrando prima quanto fussero vani i pensieri di Apelle, e scoprendogli secondariamente le proprie opinioni, con predirgli appresso che assolutamente Apelle, consigliatosi meglio col tempo, era per venire nella sua opinione, sì come poi seguì. E perché parve al nostro Academico (sì come parve anco ad altri intelligenti delle cose della natura) d'avere investigato e dimostrato nelle dette tre Lettere se non quanto si poteva dalla curiosità umana

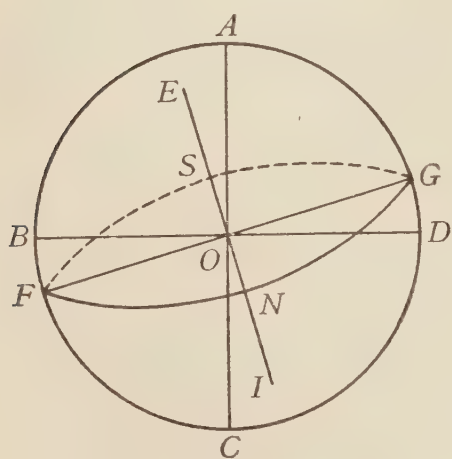
desiderare e ricercare, almeno quanto si poteva per umani discorsi conseguire in cotal materia, intermesse per alcun tempo (occupato in altri studii) le continuate osservazioni, e solo per compiacere a qualche amico, faceva seco tal volta alcuna osservazione alla spezzata; sin che incontratosi meco, doppo alcuni anni, essendo noi nella mia villa delle Selve, in una delle solari macchie solitaria, assai grande e densa, invitati anco da una chiarissima e continuata serenità di cielo, si fecero a mia richiesta osservazioni di tutto il transito di quella, appuntando diligentemente sopra la carta i luoghi di giorno in giorno, nell'ora che il Sole si trovava nel meridiano; ed accortici come il viaggio suo non era altrimenti per linea retta, ma alquanto incurvata, venimmo in pensiero di fare altre osservazioni di tempo in tempo: alla quale impresa gagliardamente ci stimulò un concetto che repentinamente cascò in mente all'ospite mio, e con tali parole mel conferì: « Filippo, a gran conseguenza mi par che ci si apra la strada. Imperocché, se l'asse intorno al quale si rivolge il Sole non è eretto perpendicolarmente al piano dell'eclittica, ma sopra di quello è inclinato, come il pur ora osservato passaggio incurvato mi accenna, tal conietttura avremo degli stati del Sole e della Terra, quale né sì ferma né sì concludente da verun altro rincontro non ne è sin qui stata somministrata ». Io, risvegliato da sì alta promessa, gli feci instanza acciò apertamente mi scoprisse il suo concetto. Ed egli: « Quando il moto annuo sia della Terra per l'eclittica intorno al Sole, e che il Sole sia costituito nel centro di essa eclittica, ed in quello si volga in se stesso non intorno all'asse di essa eclittica (che sarebbe l'asse del movimento annuo della Terra), ma sopra uno inclinato, strane mutazioni converrà che a noi si rappresentino ne i movimenti apparenti delle macchie solari, quando ben si ponga tale asse del Sole persister perpetuamente ed immutabilmente nella medesima inclinazione ed in una medesima direzione verso l'istesso punto dell'universo. Imperocché, camminandogli intorno il globo terrestre al moto annuo, primieramente converrà che a noi, portati da quello, i passaggi delle macchie ben talvolta appariscano fatti per linee

rette, ma questo due volte l'anno solamente, ed in tutti gli altri tempi si mostreranno fatti per archi sensibilmente incurvati. Secondariamente, la curvità di tali archi per una metà dell'anno ci apparirà inclinata al contrario di quello che si scorgerà nell'altra metà; cioè per sei mesi il convesso de gli archi sarà verso la parte superiore del disco solare, e per gli altri 6 mesi verso l'inferiore. Terzo, cominciando ad apparire, e, per così dire, a nascere, all'occhio nostro le macchie dalla parte sinistra del disco solare, ed andando ad occultarsi e a tramontare nella parte destra, i termini orientali, cioè delle prime comparite, per sei mesi saranno più bassi de i termini opposti delle occultazioni, e per altri sei mesi accaderà per l'opposito, cioè che nascendo esse macchie da punti più elevati e da quelli descendendo, ne i corsi loro verranno ad ascondersi in punti più bassi, e per due giorni soli di tutto l'anno saranno tali termini, de gli orti e de gli occasi, equilibrati; doppo i quali libramenti cominciando pian piano l'inclinazione de i viaggi delle macchie, e di giorno in giorno facendosi maggiore, in tre mesi giugnerà alla somma obbliquità, e di lì cominciando a diminuirsi, in altrettanto tempo si ridurrà all'altro equilibrio. Accaderà, per la quarta maraviglia, che il giorno della massima obbliquità sarà l'istesso che quello del passaggio fatto per linea retta, e nel giorno della librazione apparirà l'arco del viaggio più che mai incurvato; ne gli altri tempi poi, secondo che la pendenza si andrà diminuendo e incamminandosi verso l'equilibrio, l'incurvazione de gli archi de i passaggi, per l'opposito, si andrà agumentando ».

Sagr. Io, signor Salviati mio, conosco che l'interrompervi il discorso è mala creanza; ma non men cattiva stimo che sia il lasciarvi diffonder più lungamente in parole, mentre elle vengano, come si dice, buttate al vento. Imperocché, a dirla liberamente, io non mi so formar concetto alcuno distinto pur di una delle conclusioni che avete pronunziate: ma perché, apprese così in genere ed in confuso, mi si rappresentano cose di ammirabili conseguenze, vorrei pure in qualche maniera esserne fatto capace.

Sal. L'istesso che accade a voi, avvenne a me ancora, mentre con nude parole mi furon portate dal mio ospite; il quale mi agevolò poi l'intelligenza col figurarmi il fatto sopra uno strumento materiale, che non fu altro che una semplice sfera, servendosi di alcuni de' suoi cerchi, ma in altro uso di quello al quale comunemente sono ordinati [19]. Ora, in difetto della sfera, supplirò con farne disegni in carta, secondo che bisognerà. E per rappresentare il primo accidente da me proposto, il quale fu che i passaggi delle macchie due volte l'anno solamente potevano apparir fatti per linee rette, figuriamoci questo punto *O* esser centro dell'orbe magno, o vogliam dire dell'eclittica, e parimente ancora del globo dell'istesso Sole, del quale, mediante la gran distanza che è tra esso e la Terra, possiamo suppor noi terreni di vederne la metà; però descriveremo questo cerchio *A B C D* intorno al medesimo centro *O*, il quale ci rappresenti il termine estremo che divide e separa l'emisferio del Sole a noi apparente dall'altro occulto. E perché l'occhio nostro, non meno che 'l centro della Terra, s'intende esser nel piano dell'eclittica, nel quale è parimente il centro del Sole, però, se ci rappresenteremo il corpo solare esser segato dal detto piano, la sezione all'occhio nostro apparirà una linea retta, quale sia la *B O D*; e posta sopra di essa la perpendicolare *A O C*, sarà l'asse di essa eclittica e del moto annuo del globo terrestre. Intendiamo ora il corpo solare (senza mutar centro) rivolgersi in se stesso, non già intorno all'asse *A O C* (che è l'eretto al piano dell'eclittica), ma intorno ad uno alquanto inclinato, qual sia questo *E O I*, il quale asse fisso ed immutabile si mantenga perpetuamente nella medesima inclinazione e direzione verso i medesimi punti del firmamento

[19] Sembra che qui si voglia alludere all'astrolabio, utilizzato però ai fini della dimostrazione della teoria copernicana.

e dell'universo; e perché nelle revoluzioni del solar globo ciaschedun punto della sua superficie (trattone i poli) descrive la circonferenza d'un cerchio, o maggiore o minore secondo ch' e' si ritrova più o men remoto da essi poli, preso il punto *F* egualmente distante da quelli, segniamo il diametro *F O G*, che sarà perpendicolare all'asse *E I* e sarà diametro del cerchio massimo descritto intorno a i poli *E*, *I*. Posto ora che la Terra, e noi con lei, sia in tal luogo dell'eclittica che l'emisferio del Sole a noi apparente venga terminato dal cerchio *A B C D*, il quale, passando (come sempre fa) per i poli *A*, *C*, passi ancora per li *E*, *I*, è manifesto che il cerchio massimo il cui diametro è *F G*, sarà eretto al cerchio *A B C D*; al quale è perpendicolare il raggio che dall'occhio nostro casca sopra il centro *O*; onde il medesimo raggio cade nel piano del cerchio il cui diametro è *F G*, e però la sua circonferenza ci apparirà una linea retta, e l'istessa che *F G*: per lo che qualunque volta nel punto *F* fusse una macchia, venendo poi portata dalla solar conversione, segnerebbe sopra la superficie del Sole la circonferenza di quel cerchio che a noi appare una linea retta. Retto dunque apparirà il suo passaggio; e retti ancora appariranno i movimenti di altre macchie le quali nell'istessa revoluzione descrivessero minor cerchi, per esser tutti paralleli al massimo, e l'occhio nostro posto in distanza immensa da quelli. Ora, se voi considererete come, doppo che avrà scorso la Terra in sei mesi la metà dell'orbe magno e si sarà costituita intorno all'emisferio del Sole che ora ci è occulto, sì che il terminator della parte che allor sarà veduta sia l'istesso cerchio *A B C D*, che pur passerà per li poli *E*, *I*, intenderete che l'istesso accaderà de i viaggi delle macchie, cioè che tutti appariranno fatti per linee rette: ma perché tale accidente non ha luogo se non quando il terminator passa per i poli *E*, *I*, ed esso terminatore di momento in momento, mediante il moto annuo della Terra, si va mutando, però momentaneo è il suo passar per i poli fissi *E*, *I*, ed in conseguenza momentaneo è il tempo dell'apparir diritti i moti di esse macchie. Da questo che sin qui si è detto, si viene a comprendere ancora come, essendo l'apparizione e principio del

moto delle macchie dalla parte *F*, procedendo verso *G*, i passaggi loro sono dalla sinistra, ascendendo verso la destra; ma posta la Terra nella parte diametralmente opposta, la comparsa delle macchie intorno a *G* sarà bene alla sinistra del riguardante, ma il passaggio sarà descendente verso la destra *F*. Figuriamoci ora la Terra esser situata per una quarta lontana dal presente stato, e segniamo in quest'altra figura il terminatore *A B C D* e l'asse, come prima, *A C*, per il quale passerebbe il piano del nostro meridiano, nel qual piano sarebbe ancora l'asse della revoluzion del Sole, con i suoi poli, uno verso di noi, cioè nell'emisferio apparente, il qual polo rappresenteremo col punto *E*, e l'altro caderà nell'emisferio occulto, e lo noto *I*. Inclinando dunque l'asse *E I* con la superior parte *E* verso noi, il cerchio massimo descritto dalla conversion del Sole sarà questo *B F D G*, la cui metà da noi veduta, cioè *B F D*, non più ci apparirà una linea retta, per non esser i poli *E*, *I* nella circonferenza *A B C D*, ma si mostrerà incurvata e col suo convesso verso la parte inferiore *C*; ed è manifesto che l'istesso apparirà di tutti i cerchi minori paralleli al massimo *B F D*. Intendesi ancora, che quando la Terra sarà diametralmente opposta a questo stato, sì che vegga l'altro emisferio del Sole, il quale ora è occulto, vedrà del medesimo cerchio massimo la parte *D G B* incurvata col suo convesso verso la parte superiore *A*; e i corsi delle macchie in queste costituzioni saranno prima per l'arco *B F D* e poi per l'altro *D G B*, e le lor prime apparizioni e l'ultime occultazioni, fatte intorno a i punti *B*, *D*, saranno equilibrate, e non quelle più o meno elevate di queste. Ma se noi porremo la Terra in tal luogo dell'eclittica, che né il finitore *A B C D* né il meridiano *A C* passi per i poli dell'asse *E I*, come adesso vi mostro disegnando questa terza figura, dove il polo apparente *E* casca

tra l'arco del terminatore *A B* e la sezione del meridiano *A C*, il diametro del cerchio massimo sarà *F O G*, ed il semicerchio apparente *F N G* è l'occulto *G S F*: quello, incurvato col suo convesso *N* verso la parte inferiore; e questo, piegato col suo colmo *S* verso la parte superiore del Sole: gl'ingressi e l'uscite delle macchie, cioè i termini *F*, *G*, non saranno librati, come i passati *B*, *D*, ma l'*F* più basso e 'l *G* più alto, ma ben con minor differenza che nella prima figura; l'arco ancora *F N G* sarà incurvato, ma non tanto quanto il precedente *B F D*: onde in tal costituzione i passaggi delle macchie saranno ascendenti dalla parte sinistra *F* verso la destra *G*, e saranno fatti per linee curve. Ed intendendo la Terra esser collocata nel sito diametralmente opposto, sì che l'emisferio del Sole adesso occulto sia il veduto, e dal medesimo finitore *A B C D* terminato, manifestamente si scorge che il corso delle macchie sarà per l'arco *G S F*, cominciando dal punto sublime *G*, che pur sarà dalla sinistra del riguardante, ed andando a terminare, descendendo verso la destra, nel punto *F*. Inteso quanto sin qui ho esposto, non credo che resti difficultà veruna in comprender come dal passare il terminatore dei solari emisferi per i poli della conversion del Sole o a quelli vicino o lontano, nascono tutte le diversità ne gli apparenti viaggi delle macchie, sì che quanto più essi poli saranno lontani da esso terminatore, tanto più i detti viaggi saranno incurvati e meno obbliqui: onde nella massima lontananza, che è quando detti poli sono nella sezion del meridiano, la curvità è ridotta al sommo, ma l'obbliquità al minimo, cioè all'equilibrio, come dimostra la seconda figura; all'incontro, quando i poli sono nel terminatore, come mostra la prima figura, l'inclinazione è massima, ma la curvità è minima e ridotta alla rettitudine; partendosi il terminator da i poli, comincia la curvità a farsi sensibile, con andar sempre crescendo, e l'obbliquità e inclinazione si va facendo minore.

Queste sono le stravaganti mutazioni che mi diceva l'ospite mio che sarebbero apparse di tempo in tempo ne i progressi delle macchie solari, tuttavolta che fusse stato vero che il movimento annuo fusse della Terra, e che il

Sole, costituito nel centro dell'eclittica, si fusse girato in se stesso sopra un asse non eretto, ma inclinato, al piano di essa eclittica.

Sagr. Io resto assai ben capace di queste conseguenze, e meglio credo che me l'imprimerò nella fantasia nell'andarle riscontrando con accomodar un globo con tale inclinazione, riguardandolo poi da diverse bande. Resta ora che ci diciate quello che di poi seguì circa gli eventi delle immaginate conseguenze.

Sal. Seguinne, che continuando noi per molti e molti mesi a far diligentissime osservazioni, notando con somma accuratezza i passaggi di varie macchie in diversi tempi dell'anno, si trovarono gli eventi puntualmente rispondere alle predizioni.

Sagr. Signor Simplicio, come questo che dice il signor Salviati sia vero (né già conviene por dubbio sopra le sue parole), di saldi argomenti e di gran conietture e di fermissime esperienze aranno bisogno i Tolemaici e gli Aristotelici per bilanciare un incontro di tanto peso, e far sì che la loro opinione non dia l'ultimo tracollo.

Simpl. Piano, signor mio, ché forse voi non sete ancora dove per avventura vi persuadete d'essere pervenuto: imperocché io, se ben non mi sono interamente impadronito della materia del discorso fatto dal signor Salviati, non trovo che la mia logica, mentre riguardo alla forma, m'insegni che tal maniera d'argomentare m'induca necessità veruna di concludere a favor dell'ipotesi Copernicana, cioè della stabilità del Sole nel centro del zodiaco e della mobilità della Terra sotto la di lui circonferenza. Perché, se bene è vero che posta la tal conversion del Sole e la tal circuizion della Terra si debban necessariamente scorger nelle macchie solari le tali e tali stravaganze, non però ne séguita che, argomentando per il converso, dallo scorgersi nelle macchie tali stravaganze si debba necessariamente concludere, la Terra muoversi per la circonferenza e 'l Sole esser posto nel centro del zodiaco: imperocché chi m'assicura che simili stravaganze non possano anco esser vedute nel Sole mobile per l'eclittica da gli abitatori della Terra stabile nel centro

di quella? Se voi non mi dimostrate prima che di tale apparenza non si possa render ragione quando si faccia mobile il Sole e stabile la Terra, io non mi rimoverò dalla mia opinione e dal credere che 'l Sole si muova e la Terra stia immobile.

Sagr. Strenuamente si porta il signor Simplicio, e molto acutamente s'oppone e sostiene la parte d'Aristotile e di Tolomeo; e, s'io debbo dire il vero, mi par che la conversazione del signor Salviati, ancor che sia stata di tempo breve, l'abbia addestrato assai nel discorrer concludentemente, effetto che intendo essere stato cagionato in altri ancora. Quanto poi all'investigare e giudicare se delle apparenti esorbitanze ne i movimenti delle macchie solari si possa render competente ragione lasciando la Terra immobile e mantenendo mobile il Sole, aspetterò che 'l signor Salviati ci manifesti il suo pensiero; ché ben è credibile che egli v'abbia fatto sopra reflessione e ritrattone quanto in tal proposito si può produrre.

Sal. Io ci ho più volte pensato, ed anco discorsone con l'amico ed ospite mio: e circa quello che siano per produrre i filosofi e gli astronomi in mantenimento dell'antico sistema, per una parte siamo sicuri, sicuri dico, che i veri e puri Peripatetici [20], ridendosi di chi s'impiega in tali, al gusto loro, insipide sciocchezze, spaccieranno tutte queste apparenze per vane illusioni de' cristalli, ed in questa maniera con poca fatica si libereranno dall'obbligo di pensar più oltre; quanto poi a i filosofi astronomi, doppo aver noi con qualche attenzione specolato ciò che si potesse addurre in mezo, non abbiamo investigato ripiego che basti per sodisfare unitamente al corso delle macchie ed al discorso della mente. Io vi esporrò quello che ci è sovvenuto, e voi ne farete quel capitale che il giudizio vostro vi detterà.

[20] Nel 1610 Paolo Gualdo scriveva da Padova a Galilei che Cesare Cremonini aveva giudicato inconsistenti tutti i discorsi copernicani e che si meravigliava che Galilei li avesse accettati; egli, poi, non volle mai avvicinare il proprio occhio al cannocchiale per non essere costretto a discutere le teorie aristoteliche, nelle quali credeva ciecamente.

Posto che gli apparenti movimenti delle macchie solari siano quali di sopra si è dichiarato, e posta la Terra immobile nel centro dell'eclittica, nella cui circonferenza sia collocato il centro del Sole, è necessario che di tutte le diversità che si scorgono in essi movimenti le cagioni riseggano in moti che siano nel corpo solare: il quale primieramente converrà che in se stesso si rivolga portando seco le macchie, le quali si è supposto, anzi pur dimostrato, essere aderenti alla solar superficie. Bisognerà, secondariamente, dire che l'asse della solar conversione non sia parallelo all'asse dell'eclittica, che è quanto a dire che non sia eretto perpendicolarmente sopra 'l piano dell'eclittica, perché, se fusse tale, i passaggi di esse macchie ci aparirebber fatti per linee rette e parallele all'eclittica: è dunque tale asse inclinato, poiché i passaggi per lo più appariscon fatti per linee curve. Sarà, nel terzo luogo, necessario dire che l'inclinazion di questo asse non sia fissa e riguardante di continuo verso il medesimo punto dell'universo, anzi che di momento in momento vadia mutando direzione; perché, quando la pendenza riguardasse continuamente verso l'istesso punto, i passaggi delle macchie non cangerebbero già mai apparenza, ma, retti o curvi, piegati in su o in giù, ascendenti o descendenti, che apparissero una volta, tali aparirebber sempre. È forza dunque dire, tale asse esser convertibile, e talora trovarsi nel piano del cerchio estremo terminator dell'emisferio apparente, allora, dico, quando i passaggi delle macchie appariscono fatti per linee rette e più che mai pendenti, il che accade due volte l'anno; altre volte poi trovarsi nel piano del meridiano del riguardante, in modo tale che l'uno de' suoi poli caschi nel solare emisferio apparente e l'altro nell'occulto, ed amendue lontani da i punti estremi, o vogliam dire da i poli, d'un altro asse del Sole, il quale sia parallelo all'asse dell'eclittica (il qual secondo asse converrà necessariamente assegnare al globo del Sole), lontani, dico, tanto quanto importa l'inclinazione dell'asse della revoluzione delle macchie; e di più, che il polo cadente nell'emisferio apparente una volta sia nella parte superiore e l'altra nell'inferiore, perché del così accadere necessario argomento ce ne

danno i passaggi quando sono equilibrati e nelle lor massime curvità, ora col convesso loro verso la parte inferiore, ed altra volta verso la superiore del disco solare. E perché tali stati si vanno continuamente mutando, facendosi le inclinazioni e le incurvazioni or maggiori ed or minori, e talora riducendosi quelle all'equilibrio perfetto e queste alla perfetta dirittezza, convien necessariamente porre, l'istesso asse della revoluzione mestrua delle macchie avere una sua propria conversione, per la quale i suoi poli descrivano due cerchi intorno a i poli d'un altro asse, il quale per ciò conviene (come ho detto) assegnare al Sole, il semidiametro de i quali cerchi risponda alla quantità dell'inclinazione del medesimo asse; ed è necessario che il tempo del suo periodo sia d'un anno, avvengaché tale è il tempo nel quale si restituiscono tutte l'apparenze e diversità ne i passaggi delle macchie: e del farsi la conversione di questo asse sopra i poli dell'altro asse parallelo a quel dell'eclittica, e non intorno ad altri punti, ne son manifesto indizio le massime inclinazioni e le massime incurvazioni, le quali son sempre della medesima grandezza. Talché, finalmente, per mantener la Terra stabile nel centro, sarà necessario attribuire al Sole due movimenti intorno al proprio centro, sopra due differenti assi, l'uno de i quali finisca la sua conversione in un anno, e l'altro la sua in manco di un mese: il quale assunto all'intelletto mio si rappresenta molto duro e quasi impossibile; e questo depende dal doversi attribuire all'istesso corpo solare du' altri movimenti intorno alla Terra sopra diversi assi, descrivendo con l'uno l'eclittica in un anno, e con l'altro formando spire o cerchi paralleli all'equinoziale uno per giorno; onde quel terzo movimento, il qual si debbe assegnare al globo del Sole in se stesso (non parlo di quello quasi mestruo che conduce le macchie, ma dico dell'altro che deve trasferir l'asse ed i poli di questo mestruo), non si vede ragion nessuna per la quale ei debba finire il suo periodo più tosto in un anno, come dependente dal moto annuo per l'eclittica, che in ventiquattr'ore, come dependente dal moto diurno sopra i poli dell'equinoziale. So che questo che dico, al presente è assai oscuro, ma vi si farà manifesto quando parle-

remo del terzo moto annuo assegnato dal Copernico alla Terra. Ora, quando questi quattro moti, tanto tra di loro incongruenti (li quali tutti per necessità converrebbe attribuire all'istesso corpo del Sole), si possano ridurre a un solo e semplicissimo, assegnato al Sole sopra un asse non mai alterabile, e che, senza innovar cosa veruna ne i movimenti per tanti altri rincontri assegnati al globo terrestre, si possa così agevolmente salvar tante stravaganti apparenze ne i movimenti delle macchie solari, par veramente che il partito non sia da recusarsi.

Questo, signor Simplicio, è quanto sin ora è sovvenuto all'amico nostro ed a me da potersi produrre, in esplicazion di questa apparenza, da i Copernicani e da i Tolemaici per mantenimento delle loro opinioni. Voi fatene quel capitale che il giudizio vostro vi persuade.

Simpl. Io mi conosco inabile a potermi intromettere in una decisione tanto importante; e quanto al concetto mio, me ne starò neutrale, con isperanza però che sia per venir tempo che, illuminati da più alte contemplazioni che non sono questi nostri umani discorsi, ci debba essere svelata la mente, e tolta via quella caligine che ora ce le tiene offuscata.

Sagr. Ottimo e santo è il consiglio al quale si attiene il signor Simplicio, e degno d'esser da tutti ricevuto e seguito, come quello che, derivando dalla somma sapienza e suprema autorità, solo può con sicurezza essere abbracciato. Ma per quanto è permesso di penetrare al discorso umano, contenendomi dentro a i termini delle conietture e delle ragioni probabili, dirò bene, un poco più resolutamente che non fa il signor Simplicio, non aver, tra quante sottigliezze io mai mi abbia sentite, incontrato mai cosa di maggior maraviglia al mio intelletto, né che più strettamente m'abbia allacciata la mente (trattone le pure geometriche ed aritmetiche dimostrazioni), di queste due conietture, prese l'una dalle stazioni e retrogradazioni de i cinque pianeti, e l'altra da queste stravaganze de i movimenti delle macchie solari: e perché mi pare che elleno tanto facilmente e lucidamente rendan la vera cagione di apparenze tanto stravaganti, mostrando come un solo semplice moto, mescolato con tanti altri pur

semplici, ma tra di loro differenti, senza introdur difficultà alcuna, anzi con levar tutte quelle che accompagnano l'altra posizione, vo meco medesimo concludendo, necessariamente bisognare che quelli che restano contumaci contro a questa dottrina, o non abbian sentite o non abbiano intese queste tanto manifestamente concludenti ragioni.

Sal. Io non gli attribuirò titolo né di concludenti né di non concludenti, attesoché, come altre volte ho detto, l'intenzion mia non è stata di risolver cosa veruna sopra così alta quistione, ma solo di proporre quelle ragioni naturali ed astronomiche le quali per l'una e per l'altra posizione possono da me addursi, lasciando ad altri la determinazione: la quale non dovrà in ultimo esser ambigua, attesoché, convenendo una delle due costituzioni esser necessariamente vera e l'altra necessariamente falsa, impossibil cosa è che (stando però tra i termini delle dottrine umane) le ragioni addotte per la parte vera non si manifestino altrettanto concludenti, quanto le in contrario vane ed inefficaci.

Sagr. Sarà dunque tempo che sentiamo le opposizioni del libretto delle conclusioni o disquisizioni, che il signor Simplicio ha riportato.

Simpl. Ecco il libro; ed ecco il luogo dove l'autore prima brevemente descrive il sistema mondano conforme alla posizion del Copernico, dicendo: « Terram igitur una cum Luna totoque hoc elementari mundo Copernicus »[21] etc.

Sal. Fermate un poco, signor Simplicio, ché mi pare che questo autore in questo primo ingresso si dichiari molto poco intelligente della posizione la quale egli intraprende a voler confutare, mentre dice che il Copernico fa che la Terra insieme con la Luna va descrivendo in un anno l'orbe magno, movendosi da oriente verso occidente; cosa che, sì come è falsa ed impossibile, così non fu mai profferita da quello; ma ben la fa egli andare al contrario, dico da occidente verso oriente, cioè secondo l'ordine de i segni, onde tale apparisce poi esser il moto annuo del Sole, costituito immo-

[21] « La Terra dunque, insieme con la Luna e con tutto questo mondo elementare, Copernico... »

bile nel centro del zodiaco. Vedete troppa ardita confidenza di uno! mettersi alla confutazione della dottrina di un altro, ed ignorare i suoi primi fóndamenti, sopra i quali s'appoggia la maggiore e più importante parte di tutta la fabbrica. Questo è un cattivo principio per guadagnarsi credito appresso il lettore. Ma seguitiamo più avanti.

Simpl. Esplicato l'universal sistema, comincia a propor sue instanze contro a questo movimento annuo: e le prime son queste, ch' e' profferisce ironicamente ed in derisione del Copernico e de' suoi seguaci, scrivendo che in questa fantastica costituzione del mondo convien dir solennissime sciocchezze; cioè che 'l Sole, Venere e Mercurio son sotto alla Terra, e che le materie gravi vanno naturalmente all'in su e le leggiere all'in giù, e che Cristo, nostro Signore e Redentore, salì a gli inferi e scese in cielo, quando s'avvicinò al Sole, e che quando Iosué comandò al Sole che si fermasse, la Terra si fermò o vero il Sole si mosse al contrario della Terra, e che quando il Sole è in Cancro, la Terra scorre per il Capricorno, e che i segni iemali fanno la state e gli estivali il verno, e che non le stelle alla Terra, ma la Terra alle stelle nasce e tramonta, e che l'oriente comincia in occidente e l'occidente in oriente, ed in somma che quasi tutto 'l corso del mondo si travolge.

Sal. Ogni cosa mi piace, fuor che l'aver mescolati luoghi della Sacra Scrittura, sempre veneranda e tremenda, tra queste puerizie pur troppo scurrili, e volsuto ferire con cose sacrosante chi, per ischerzo e da burla filosofando, non afferma né nega, ma, fatti alcuni presupposti o ipotesi, familiarmente ragiona.

Simpl. Veramente ha scandalezato me ancora e non poco, e massime co 'l soggiugner poi, che se bene i Copernichisti rispondono, benché assai stravoltamente, a queste e simili altre ragioni, non però potranno sodisfare e rispondere alle cose che seguono.

Sal. Quest'è poi peggio di tutto, perché mostra d'aver cose più efficaci e concludenti che le autorità delle Sacre Lettere. Ma, di grazia, riveriamo queste, e passiamo a i discorsi naturali ed umani: anzi pure, quando e' non produca

tra le ragioni naturali cose di miglior senso che queste sin qui addotte, potremo lasciar da banda tutta questa impresa, perché io sicuramente non son per spender parola in rispondere a inezzie così scempie; e quello che egli dice, che i Copernichisti rispondono a queste instanze, è falsissimo, né si può credere che uomo alcuno si mettesse a consumar il tempo tanto inutilmente.

Simpl. Concorro io ancora nell'istesso giudizio: però sentiamo l'altre instanze, che egli arreca per molto più gagliarde. Ed ecco qui, come voi vedete, egli con calcoli esattissimi conclude, che quando l'orbe magno della Terra, nel quale il Copernico fa che ella scorra in un anno intorno al Sole, fusse come insensibile rispetto all'immensità della sfera stellata, secondo che l'istesso Copernico dice che bisogna porlo, converrebbe di necessità dire e confermare che le stelle fisse fussero per una distanza inimmaginabile lontane da noi, e che le minori di loro fussero più grandi che non è tutto l'istesso orbe magno, ed alcune altre maggiori assai di tutta la sfera di Saturno [22]; moli veramente pur troppo vaste, ed incomprensibili ed incredibili.

Sal. Io già ho veduto una cosa simile portata da Ticone contro al Copernico, e non è ora che ho scoperta la fallacia, o per dir meglio le fallacie, di questo discorso, fabbricato sopra ipotesi falsissime e sopra un pronunziato del medesimo Copernico preso da i suoi contradittori con una puntualissima strettezza, come fanno quei litiganti che, avendo il torto nel merito principale della causa, si attaccano a una sola paroluzza incidentemente profferita dalla parte, e su quella strepitano senza prender sosta. E per vostra più chiara intelligenza, avendo il Copernico dichiarato quelle mirabili conseguenze che derivano dal movimento annuo della Terra ne gli altri pianeti, cioè le direzioni e retrogradazioni de i tre superiori in particolare, soggiunse che questa apparente mutazione (che più in Marte che in Giove, per esser Giove più lontano, e meno ancora in Saturno, per esser più lon-

[22] Cfr. la *Risposta a F. Ingoli,* ed. naz., VII, pp. 524-25.

tano di Giove, si scorgeva) nelle stelle fisse restava insensibile, per la loro immensa lontananza da noi in comparazion della distanza di Giove o di Saturno. Qui si levano su gli avversarii di questa opinione, e presa quella nominata insensibilità del Copernico come posta da lui per cosa che realmente ed assolutamente sia nulla, e soggiugnendo che una stella fissa anco delle minori è pur sensibile, poiché ella cade sotto il senso della vista, vengono calcolando, con l'intervento di altri falsi assunti, e concludendo, bisognare in dottrina del Copernico ammettere che una stella fissa sia maggiore assai che tutto l'orbe magno. Ora io, per discoprir la vanità di tutto questo progresso, mostrerò che dal porre che una stella fissa della sesta grandezza non sia maggior del Sole, si conclude con dimostrazion verace che la distanza di esse stelle fisse da noi viene ad esser tanta, che basta per far che in esse non apparisca notabile il movimento annuo della Terra, che ne i pianeti cagiona sì grandi ed osservabili variazioni; ed insieme partitamente mostrerò le gran fallacie ne gli assunti de gli avversarii del Copernico.

E prima, suppongo con l'istesso Copernico, e concordemente con gli avversarii, che il semidiametro dell'orbe magno, ch'è la distanza della Terra al Sole, contenga 1208 semidiametri di essa Terra; secondariamente pongo, con l'assenso de i medesimi e con la verità, il diametro apparente del Sole, nella sua mediocre distanza esser circa un mezo grado, cioè minuti primi 30, che sono 1800 secondi, cioè 108000 terzi. E perché il diametro apparente d'una stella fissa della prima grandezza non è più di 5 secondi, cioè 300 terzi, ed il diametro di una fissa della sesta grandezza 50 terzi (e qui è il massimo errore de gli avversarii del Copernico), adunque il diametro del Sole contiene il diametro d'una fissa della sesta grandezza 2160 volte; e però quando si ponesse, una fissa della sesta grandezza esser realmente eguale al Sole, e non maggiore, che è il medesimo che dire, quando si allontanasse il Sole tanto che il suo diametro si mostrasse una delle 2160 parti di quello che ci si mostra adesso, la distanza sua converrebbe esser 2160 volte mag-

giore di quello che è ora in effetto; che è quanto dire che la distanza delle fisse della sesta grandezza sia 2160 semidiametri dell'orbe magno. E perché la distanza del Sole dalla Terra contiene di comune assenso 1208 semidiametri di essa Terra, e la distanza delle fisse (come si è detto) 2160 semidiametri dell'orbe magno, adunque molto maggiore (cioè quasi il doppio) è il semidiametro della Terra in comparazione dell'orbe magno, che 'l semidiametro dell'orbe magno in relazione alla distanza della sfera stellata; e per ciò la diversità di aspetto nelle fisse, cagionata dal diametro dell'orbe magno, poco più osservabile può esser di quella che si osserva nel Sole, derivante dal semidiametro della Terra.

Sagr. Questa, per il primo scalino, fa un gran calare.

Sal. Fallo veramente; poi che una stella fissa della sesta grandezza, che al computo di questo autore bisognava, per mantenimento del detto del Copernico, che fusse grande quanto tutto l'orbe magno, co 'l porla solamente eguale al Sole, il qual Sole è minore assai della diecimilionesima parte di esso orbe magno, rende la sfera stellata tanto grande e alta, che basta per rimuovere l'instanza fatta contro esso Copernico.

Sagr. Fatemi, di grazia, questo computo.

Sal. Il computo è facile e brevissimo. Il diametro del Sole è undici semidiametri della Terra, ed il diametro dell'orbe magno contiene, de i medesimi 2416, per detto comune delle parti; talché il diametro dell'orbe contiene quel del Sole 220 volte prossimamente: e perché le sfere sono tra di loro come i cubi de i lor diametri, facciamo il cubo di 220, che è 10648000, ed averemo l'orbe magno maggior del Sole dieci milioni seicentoquarant'ottomila volte; al qual orbe magno diceva quest'autore dover essere eguale una stella della sesta grandezza.

Sagr. L'error dunque di costoro consiste nell'ingannarsi sommamente nel prender il diametro apparente delle stelle fisse.

Sal. Cotesto è l'errore, ma non è solo: e veramente io resto grandemente ammirato come tanti astronomi, e pur di

gran nome, quali sono Alfagrano, Albategno, Tebizio [23], e più modernamente i Ticoni, i Clavii, ed in somma tutti i predecessori al nostro Accademico, si sien così altamente ingannati nel determinar le grandezze di tutte le stelle, tanto fisse quanto mobili, trattine i dua luminarii, né abbiano posto cura alla irradiazione avventizia, che ingannevolmente le mostra cento e più volte maggiori che quando si veggono senza crini. E non si può scusare questa loro inavvertenza, perché era in lor potestà il vederle a lor piacimento senza i crini, ché basta guardarle nella lor prima apparizion della sera o ultima occultazion dell'aurora; e se non altro, Venere, che pure spesse volte si vede di mezo giorno così piccola che ben bisogna aguzzar la vista, e che pur poi nella seguente notte comparisce una grandissima fiaccola, gli doveva fare accorti della lor fallacia: che non crederò già che eglino stimassero, il vero disco esser quello che si mostra nelle profonde tenebre, e non quello che si scorge nell'ambiente

[23] L'arabo Al-Battani, noto col nome di Albatenio o Albategno (858-929) dimostrò nella sua più importante opera, *As-Zīǧ* (tavole astronomiche) che l'apogeo solare è soggetto al moto di precessione degli equinozi. Fu uno dei più noti astronomi arabi e la sua influenza fu avvertita anche a distanza di secoli. Alfagrano, o Alfragano, è il nome medievale di Al-Farghani (Ahmad ibn Muhammad ibn Kathur), astronomo arabo del sec. IX, nato, forse nell'anno 820, nella provincia di Farghanah (nell'attuale Turkestan sovietico). La sua fama è legata al suo compendio di astronomia in trenta capitoli *Kitab fi giavami ilman-nugium* (« Il libro delle nozioni elementari intorno alla scienza degli astri »), tradotto in latino nel sec. XII da Giovanni di Siviglia e da Gherardo da Cremona, la cui versione porta il titolo « Liber de aggregationibus scientiae stellarum », che è il titolo con il quale fu indicato da Dante (*Convivio*, II, 6); ad Al Farghani si deve probabilmente la nozione della tangente. Tebizio, o Tebith, è il nome latinizzato di Thabit ibn Urrah, uno dei principali scienziati arabi non musulmano del sec. IX, cultore di matematica e di astronomia; scrisse molti opuscoli scientifici con l'intento di diffondere tra gli arabi la scienza greca (e perciò tradusse le principali opere di scienziati greci); diversi suoi scritti furono tradotti da Gherardo da Cremona e da Giovanni di Siviglia, come il *De figura sectore* (personale interpretazione del teorema di Menelao), il *Liber carastonis* (sulla teoria matematica della stadera), il *De motu octavae spherae*, in cui, per conciliare le teorie di Ipparco e Tolomeo con le osservazioni astronomiche degli arabi sulla longitudine dell'apogeo solare e il moto di precessione degli equinozi, ideò la discussa teoria della « trepidazione » od oscillazione delle stelle fisse, che provocò vivaci controversie nell'Europa dei secc. XIII e XIV.

luminoso, perché i nostri lumi, che veduti la notte di lontano appariscon grandi, e da vicino mostrano la lor vera fiammella terminata e piccola, potevano a sufficienza fargli cauti. Anzi, s'io devo liberamente dire il mio parere, credo assolutamente che nessun di costoro, né anco Ticone stesso, tanto accurato nel maneggiare strumenti astronomici, e che tanto grandi ed esatti, senza risparmio di spese grandissime, ne fabbricò, si sieno messi mai a voler prendere e misurare l'apparente diametro d'alcuna stella, trattone il Sole e la Luna; ma penso che arbitrariamente, e come si dice a occhio, uno di loro de i più antichi pronunziasse la cosa esser così, e che i seguaci poi senza altro riscontro se ne sieno stati al primo detto: ché quando alcuno di loro si fusse applicato al farne qualche riprova, si sarebbe senza dubbio accorto dell'inganno.

Sagr. Ma se eglino mancavano del telescopio, e voi di già avete detto che l'amico nostro con tale strumento è venuto in cognizione della verità, devono gli altri restare scusati, e non accusati di negligenza.

Sal. Questo seguirebbe, quando senza 'l telescopio non si potesse ottenere l'intento. È vero che tale strumento, co 'l mostrar il disco della stella nudo ed ingrandito cento e mille volte, rende l'operazione più facile assai, ma si può anco senza lo strumento conseguir, se ben non così esattamente, l'istesso; ed io più volte l'ho fatto, e 'l modo che ho tenuto è questo. Ho fatto pendere una cordicella verso qualche stella, ed io mi son servito della Lira, che nasce tra settentrione e greco, e poi con l'appressarmi e slontanarmi da essa corda, traposta tra me e la stella, ho trovato il posto dal quale la grossezza della corda puntualmente mi nasconde la stella; fatto questo, ho preso la lontananza dall'occhio alla corda, che viene a esser un de' lati che comprendon l'angolo che si forma nell'occhio e che insiste sopra la grossezza della corda, e che è simile, anzi l'istesso, che l'angolo che nella sfera stellata insiste sopra il diametro della stella, e dalla proporzione della grossezza della corda alla distanza dall'occhio alla corda, con la tavola de gli archi e corde, ho immediatamente trovata la quantità dell'angolo; usando però la solita cautela che si osserva nel prendere angoli così acuti,

di non formare il concorso de' raggi visuali nel centro dell'occhio, dove non vanno se non refratti, ma oltre all'occhio, dove realmente la grandezza della pupilla gli manda a concorrere.

Sagr. Capisco questa cautela, se ben vi ho un non so che di dubbio; ma quel che mi dà più fastidio è che in questa operazione, quando si faccia nelle tenebre della notte, mi par che si misuri il diametro del disco irraggiato, e non il vero e nudo della stella.

Sal. Signor no, perché la corda nel coprir il nudo corpicello della stella leva via i capelli, che non son suoi ma del nostro occhio, de i quali riman privo subito che se gli nasconde il vero disco; e voi, nel far l'osservazione, vedrete come inaspettatamente vi si cuopre da una sottil cordicella quella assai gran fiaccola che pareva non doversi nascondere se non doppo ostacolo assai maggiore. Per misurar poi esattissimamente e ritrovar quante di tali grossezze di corda entrino nella distanza dell'occhio, piglio non un solo diametro della corda, ma accoppiando molti pezzi della medesima sopra una tavola, sì che si tocchino, prendo con un compasso tutto lo spazio occupato da 15 o 20 di loro, e con tal misura misuro la lontananza, già con altro più sottil filo presa, dalla corda al concorso de' raggi visuali. E con questa assai esatta operazione trovo, il diametro apparente d'una fissa della prima grandezza, stimato comunemente 2 minuti primi, ed anco 3 minuti primi da Ticone nelle sue Lettere Astronomiche [24], fac. 167, non esser più di 5 secondi, che è una delle 24 o delle 36 parti di quello che essi han creduto: or vedete sopra che gravi errori son fondate le lor dottrine.

Sagr. Veggo e comprendo benissimo; ma prima che passar più oltre, vorrei proporre il dubbio che mi nasce nel ritrovare il concorso de' raggi visuali oltre all'occhio, quando si rimirano oggetti compresi sotto angoli molto acuti. E la difficultà mia procede parermi che tal concorso possa essere or più lontano ed or meno, e questo non tanto mediante la mag-

[24] Su Tycho Brahe cfr. vol. I, p. 618, n. 23.

giore o minor grandezza dell'oggetto che si riguarda, quanto che nel riguardare oggetti dell'istessa grandezza mi pare che 'l concorso de' raggi per certo altro rispetto deva farsi più e meno remoto dall'occhio.

Sal. Già veggo dove tende la perspicacità del signor Sagredo, diligentissimo osservatore delle cose della natura: e farei ben qualsivoglia scommessa, che tra mille che hanno osservato ne' gatti strignersi ed allargarsi assaissimo la pupilla dell'occhio, non ve ne sono due, né forse uno, che abbia osservato, un simile effetto farsi dalle pupille de gli uomini nel guardare, mentre il mezo sia molto o poco illuminato, e che nella aperta luce il cerchietto della pupilla si diminuisce assai; sì che nel riguardare il disco del Sole si riduce a una piccolezza minore di un grano di panico, che nel mirare oggetti non risplendenti, e dentro a mezo men chiaro, si allarga alla grandezza di una lente o più; ed in somma questo allargamento e strignimento si diversifica più assai che in decupla proporzione: dal che è manifesto che quando la pupilla è dilatata molto, è necessario che l'angolo del concorso de' raggi sia più remoto dall'occhio; il che accade nel riguardare gli oggetti poco luminosi. Dottrina somministratami nuovamente dal signor Sagredo: per la quale, quando si abbia a fare un'osservazione esattissima e di gran conseguenza, venghiamo avvertiti a dover fare l'investigazione di tal concorso nell'atto dell'istessa o di molto simile operazione: ma in questa, per manifestar l'errore de gli astronomi, non vi è necessaria tanta accuratezza, perché, quando anco a favor della parte noi supponessimo tal concorso farsi sopra l'istessa pupilla, poco importerebbe, per esser la fallacia loro tanto grande. Non so, signor Sagredo, se questo voleva essere il vostro motivo.

Sagr. Quest'è per appunto, ed ho caro che non sia stato irragionevole, come m'assicura l'essermi incontrato con voi; ma ben con questa occasione sentirei volentieri in che modo si possa investigare la distanza del concorso de' raggi visuali.

Sal. Il modo è assai facile, ed è tale. Io piglio due strisce di carta, una nera e l'altra bianca, e fo la nera larga per

la metà della bianca; attacco poi la bianca in un muro, e lontana da essa fermo l'altra sopra una barchetta o altro sostegno, in distanza di 15 o 20 braccia: e allontanandomi da questa seconda per altrettanto spazio per la medesima dirittura, chiara cosa è che in tal lontananza concorrerebbono le linee rette che, partendosi da i termini della larghezza della bianca, passassero toccando la larghezza dell'altra striscia posta in mezo: onde ne séguita, che quando in tal concorso si ponesse l'occhio, la striscia nera di mezo asconderebbe precisamente la bianca opposta, quando la vista si facesse in un sol punto; ma se noi troveremo che l'estremità della striscia bianca apparisca scoperta, sarà necessario argomento che non da un punto solo escono i raggi visuali. E per far che la striscia bianca resti occultata dalla nera, bisognerà avvicinar l'occhio: accostatolo, dunque, tanto che la striscia di mezo occupi la remota, e notato quanto è bisognato avvicinarsi, sarà la quantità di tale avvicinamento misura certa di quanto il vero concorso de' raggi visuali si fa remoto dall'occhio in tale operazione, ed averemo di più il diametro della pupilla, o vero di quel foro onde escono i raggi visuali; imperocché tal parte sarà egli della larghezza della carta nera, qual è la distanza dal concorso delle linee che si produssero per l'estremità delle carte al luogo dove stette l'occhio quando prima vedde occultarsi la carta remota dall'intermedia, qual è, dico, tal distanza della lontananza tra le due carte. E però, quando volessimo con esquisitezza misurare il diametro apparente d'una stella, fatta l'osservazione nel modo sopradetto, bisognerebbe far paragone del diametro della corda co 'l diametro della pupilla; e trovato, verbigrazia, il diametro della corda esser quadruplo di quel della pupilla, e la distanza dell'occhio alla corda esser, per esempio, 30 braccia, diremo il vero concorso delle linee prodotte da i termini del diametro della stella per i termini del diametro della corda andare a concorrer lontane dalla corda 40 braccia: ché così sarà osservata come si deve la proporzione tra la distanza della corda al concorso delle dette linee e la distanza da tal concorso e 'l luogo dell'occhio, che debbe

esser la medesima che cade tra 'l diametro della corda e 'l diametro della pupilla [25].

Sagr. Ho inteso benissimo; e però sentiamo quel che adduce il signor Simplicio in difesa de gli avversarii del Copernico.

Simpl. Ancorché quello inconveniente massimo e del tutto incredibile, indotto da questi avversarii del Copernico, sia per il discorso del signor Salviati modificato assai, non però mi par tolto via in maniera, che non gli rimanga ancora tanto di vigore che basti per atterrar cotal opinione: perché, se ho ben capito la somma ed ultima conclusione, quando si ponesse le stelle della sesta grandezza esser grandi quanto il Sole (che pur mi par gran cosa a credersi), tuttavia resterebbe vero che l'orbe magno avesse a cagionar nella sfera stellata mutazione e diversità tale qual è quella che il semidiametro della Terra produce nel Sole, che pure è osservabile; onde, non si scorgendo né una tale né tampoco una minore nelle fisse, parmi che per questo il movimento annuo della Terra resti pur desolato e distrutto.

Sal. Voi ben concludereste, signor Simplicio, quando non ci fusse altro da produr per la parte del Copernico; ma molt'altre cose ci restano ancora. E quanto alla replica fatta da voi, nessuna cosa ci osta che noi non possiamo suppor la lontananza delle fisse esser ancor molto maggiore di quello che si è fatto; e voi stesso, e chi si sia altro che non voglia derogare alle proposizioni ammesse da i seguaci di Tolomeo, bisognerà che ammetta per convenientissima cosa il por la sfera stellata assaissimo maggiore ancora di quello che pur ora abbiamo detto doversi stimare. Imperocché, convenendo tutti gli astronomi che della maggior tardanza delle conversioni de' pianeti ne sia cagione la maggioranza delle loro sfere, e che per ciò Saturno sia più tardo di Giove, e Giove del Sole, perché quello ha a descriver cerchio maggiore di questo, e questo di quest'altro, etc.; considerando che Saturno, verbigrazia, l'altezza del cui orbe è nove volte maggiore

[25] Cfr. la lettera al Gallanzoni del 1° settembre 1611, vol. I, pp. 891-905.

che quella del Sole, e che per ciò il tempo di una revoluzione di Saturno è 30 volte più lungo che quello di una conversion del Sole; essendo che nella dottrina di Tolomeo una conversion della sfera stellata si finisca in 36000 anni, dove quella di Saturno si fornisce in 30, e quella del Sole in uno; argumentando con simile proporzione, e dicendo: Se l'orbe di Saturno, per esser 9 volte maggiore dell'orbe del Sole, si rivolge in tempo 30 volte maggiore, per la ragione eversa quanto doverà esser grande quell'orbe che si rivolge 36000 volte più tardo? si troverà, la distanza della sfera stellata dovere esser 10800 semidiametri dell'orbe magno, che sarebbe 5 volte appunto maggiore di quello che poco fa la calcolammo dovere esser quando una fissa della sesta grandezza fusse quanto è il Sole. Or vedete quanto minore ancora dovrebbe, per tal rispetto, esser la diversità cagionata in esse dal movimento annuo della Terra. E quando con simil relazione noi volessimo argumentar la lontananza della sfera stellata da Giove e da Marte, quello ce la darebbe 15000, e questo 27000, semidiametri dell'orbe magno, cioè ancora maggior, quello 7 e questo 12 volte, che non ce la dava la grandezza della fissa supposta eguale al Sole.

Simpl. Mi par che a questo si potrebbe rispondere che 'l moto della sfera stellata si è doppo Tolomeo osservato non esser così tardo come esso lo stimò; anzi mi pare avere inteso che l'istesso Copernico è stato l'osservatore.

Sal. Voi dite benissimo, ma non producete cosa che favorisca punto la causa de i Tolemaici, li quali non hanno mai recusato il moto de i 36000 anni nella sfera stellata, perché tanta tardità la facesse troppo vasta ed immensa; ché se tal immensità non era da concedersi in natura, dovevano prima che ora negare una conversione tanto tarda, che non potesse con buona proporzione adattarsi se non ad una sfera di grandezza intollerabile.

Sagr. Di grazia, signor Salviati, non perdiam più tempo in proceder per via di tali proporzioni con gente che sono accomodate ad ammetter cose sproporzionatissime, talché assolutamente con loro per questa strada non è possibile

guadagnar nulla. E qual più sproporzionata proporzione si può immaginare di quella che questi tali trapassano ed ammettono, mentre che, scrivendo non ci esser più conveniente modo di ordinar le celesti sfere che 'l regolarsi con le diversità de' tempi de' periodi loro, mettendo di grado in grado le più tarde sopra le più veloci, costituita che hanno altissima la sfera stellata, come tardissima più di tutte, glie ne costituiscono una superiore, e per ciò maggiore, e la fanno muovere in ventiquattr'ore, mentre che la sua inferiore si muove in 36000 anni? Ma di queste sproporzionalità se ne parlò a bastanza il giorno passato.

Sal. Vorrei, signor Simplicio, che sospesa per un poco l'affezione che voi portate a i seguaci della vostra opinione, mi diceste sinceramente se voi credete che essi nella mente loro comprendano quella grandezza che dipoi giudicano non poter, per la sua immensità, attribuirsi all'universo; perché io, quanto a me, credo di no, e mi pare che, sì come nell'apprension de' numeri, come si comincia a passar quelle migliaia di milioni, l'immaginazion si confonde né può più formar concetto, così avvenga ancora nell'apprender grandezze e distanze immense; sì che intervenga al discorso effetto simile a quello che accade al senso, che mentre nella notte serena io guardo verso le stelle, giudico al senso la lontananza loro esser di poche miglia, né esser le stelle fisse punto più remote di Giove o di Saturno, anzi pur né della Luna. Ma, senza più, considerate le controversie passate tra gli astronomi ed i filosofi peripatetici per cagione della lontananza delle stelle nuove di Cassiopea e del Sagittario, riponendole quelli tra le fisse, e questi credendole più basse della Luna: tanto è impotente il nostro senso a distinguere le distanze grandi dalle grandissime, ancor che queste in fatto siano molte migliaia di volte maggiori di quelle. E finalmente io ti domando, oh uomo sciocco: Comprendi tu con l'immaginazione quella grandezza dell'universo, la quale tu giudichi poi essere troppo vasta? se la comprendi, vorrai tu stimar che la tua apprensione si estenda più che la potenza divina, vorrai tu dir d'immaginarti cose maggiori

di quelle che Dio possa operare? ma se non la comprendi, perché vuoi apportar giudizio delle cose da te non capite?

Simpl. Questi discorsi camminan tutti benissimo, e non si nega che 'l cielo non possa superare di grandezza la nostra immaginazione, come anco l'aver potuto Dio crearlo mille volte maggiore di quello che è: ma non deviamo ammettere, nessuna cosa esser stata creata in vano ed esser oziosa nell'universo; ora, mentre che noi veggiamo questo bell'ordine di pianeti, disposti intorno alla Terra in distanze proporzionate al produrre sopra di quella suoi effetti per benefizio nostro, a che fine interpor di poi tra l'orbe supremo di Saturno e la sfera stellata uno spazio vastissimo senza stella alcuna, superfluo e vano? a che fine? per comodo ed utile di chi?

Sal. Troppo mi par che ci arroghiamo, signor Simplicio, mentre vogliamo che la sola cura di noi sia l'opera adequata ed il termine oltre al quale la divina sapienza e potenza niuna altra cosa faccia o disponga: ma io non vorrei che noi abbreviassimo tanto la sua mano, ma ci contentassimo di esser certi che Iddio e la natura talmente si occupa al governo delle cose umane, che più applicar non ci si potrebbe quando altra cura non avesse che la sola del genere umano; il che mi pare con un accomodatissimo e nobilissimo esempio poter dichiarare, preso dall'operazione del lume del Sole, il quale, mentre attrae quei vapori o riscalda quella pianta, gli attrae e la riscalda in modo, come se altro non avesse che fare; anzi nel maturar quel grappolo d'uva, anzi pur quel granello solo, vi si applica che più efficacemente applicar non vi si potrebbe quando il termine di tutti i suoi affari fusse la sola maturazione di quel grano. Ora, se questo grano riceve dal Sole tutto quello che ricever si può, né gli viene usurpato un minimo che dal produrre il Sole nell'istesso tempo mille e mill'altri effetti, d'invidia o di stoltizia sarebbe da incolpar quel grano, quando e' credesse o chiedesse che nel suo pro solamente si impiegasse l'azione de' raggi solari. Son certo che niente si lascia indietro dalla divina Providenza di quello che si aspetta al governo delle cose umane; ma che non possano essere altre cose nell'universo depen-

denti dall'infinita sua sapienza, non potrei per me stesso, per quanto mi detta il mio discorso, accomodarmi a crederlo: tuttavia, quando pure il fatto stesse in altra maniera, nessuna renitenza sarebbe in me di credere alle ragioni che da più alta intelligenza mi venissero addotte. In tanto, quando mi vien detto che sarebbe inutile e vano un immenso spazio intraposto tra gli orbi de i pianeti e la sfera stellata, privo di stelle ed ozioso, come anco superflua tanta immensità, per ricetto delle stelle fisse, che superi ogni nostra apprensione, dico che è temerità voler far giudice il nostro debolissimo discorso delle opere di Dio, e chiamar vano o superfluo tutto quello dell'universo che non serve per noi.

Sagr. Dite pure, e credo che direte meglio *che noi non sappiamo che serva per noi*: ed io stimo una delle maggiori arroganze, anzi pazzie, che introdur si possano, il dire « Perch'io non so a quel che mi serva Giove o Saturno, adunque questi son superflui, anzi non sono in natura »; mentre che, oh stoltissimo uomo, io non so né anco a quel che mi servano le arterie, le cartilagini, la milza o il fele, anzi né saprei d'avere il fele, la milza o i reni, se in molti cadaveri tagliati non mi fussero stati mostrati, ed allora solamente potrei intender quello che operi in me la milza, quando ella mi fusse levata. Per intender quali cose operi in me questo o quel corpo celeste (già che tu voi che ogni loro operazione sia indrizzata a noi), bisognerebbe per qualche tempo rimuover quel tal corpo, e quell'effetto, ch'io sentissi mancare in me, dire che dependeva da quella stella. Di più, chi vorrà dire che lo spazio che costoro chiamano troppo vasto ed inutile, tra Saturno e le stelle fisse, sia privo d'altri corpi mondani? forse perché non gli vediamo? adunque i quattro pianeti Medicei e i compagni di Saturno vennero in cielo quando noi cominciammo a vedergli, e non prima? e così le altre innumerabili stelle fisse non vi erano avanti che gli uomini le vedessero? le nebulose erano prima solamente piazzette albicanti, ma poi noi co 'l telescopio l'aviamo fatte diventare drappelli di molte stelle lucide e bellissime? Prosuntuosa, anzi temeraria, ignoranza de gli uomini!

Sal. Non occorre, signor Sagredo, distendersi più in queste infruttuose esagerazioni: seguitiamo il nostro instituto, che è di esaminare i momenti delle ragioni portate dall'una e dall'altra parte, senza determinar cosa alcuna, rimettendone poi il giudizio a chi ne sa più di noi. E tornando su i nostri discorsi naturali ed umani, dico che questo *grande, piccolo, immenso, minimo*, etc., son termini non assoluti, ma relativi, sì che la medesima cosa, paragonata a diverse, potrà ora chiamarsi immensa, e tal ora insensibile, non che piccola. Stante questo, io domando in relazione a chi la sfera stellata del Copernico si può chiamare troppo vasta. Questa, per mio parere, non può paragonarsi né dirsi tale se non in relazione a qualche altra cosa del medesimo genere: or pigliamo la minima del medesimo genere, che sarà l'orbe lunare; e se l'orbe stellato si deve sentenziare per troppo vasto rispetto a quel della Luna, ogn'altra grandezza che con simile o maggior proporzione ecceda un'altra del medesimo genere, doverà dirsi troppo vasta, ed anco, per questa ragione, negarsi che ella si ritrovi al mondo: e così gli elefanti e le balene saranno senz'altro chimere e poetiche immaginazioni, perché quelli, come troppo vasti in relazione alle formiche, le quali sono animali terrestri, e quelle rispetto alle spillancole, che sono pesci, e veggonsi di sicuro essere *in rerum natura*, sarebbono troppo smisurati, perché assolutamente l'elefante e la balena superano la formica e la spillancola con assai maggior proporzione che non fa la sfera stellata quella della Luna, figurandoci noi detta sfera tanto grande quanto basta per accomodarsi al sistema Copernicano. Di più, quanto è grande la sfera di Giove, quanto quella di Saturno, assegnate per recettacolo di una stella sola, e ben piccola, in comparazione di una fissa? certo che se a ciascuna fissa si dovesse consegnar per suo ricetto tal parte dello spazio mondano, bisognerebbe far l'orbe, dove stanzia l'innumerabil moltitudine di quelle, molte e molte migliaia di volte maggiore di quello che basta per il bisogno del Copernico. In oltre, non chiamate voi una stella fissa, piccolissima, dico anco delle più apparenti, non che di quelle che fuggono la nostra vista? e le chiamiamo così in com-

parazione dello spazio circonfuso. Ora, quando tutta la sfera stellata fusse un corpo solo risplendente, chi è che non capisca che nello spazio infinito si può assegnare una distanza tanto grande, dalla quale tale sfera lucida apparisse così piccola ed anco minore di questo che dalla Terra ci pare adesso una stella fissa? di lì dunque giudicheremmo allora piccola quella medesima cosa, che ora di qui chiamiamo smisuratamente grande.

Sagr. Grandissima mi par l'inezzia di coloro che vorrebbero che Iddio avesse fatto l'universo più proporzionato alla piccola capacità del lor discorso, che all'immensa, anzi infinita, Sua potenza.

Simpl. Tutto questo che voi dite va bene; ma quello sopra di che la parte fa instanza, è l'avere a concedere che una stella fissa abbia ad esser non pure eguale, ma tanto maggiore del Sole, che pure amendue sono corpi particolari situati dentro all'orbe stellato. E ben parmi che molto a proposito interroghi quest'autore e domandi: « A che fine ed a benefizio di chi sono macchine tanto vaste? prodotte forse per la Terra, cioè per un piccolissimo punto? e perché tanto remote, acciocché appariscano tantine e niente assolutamente possano operare in Terra? a che proposito una spropositata immensa voragine tra esse e Saturno? frustratorie sono tutte quelle cose che da ragioni probabili non son sostenute ».

Sal. Dall'interrogazioni che fa quest'uomo mi par che si possa raccorre, che quando si lasci stare il cielo, le stelle e le distanze, della quantità e grandezze ch'egli ha sin ora creduto (benché nissuna comprensibil grandezza egli già mai non se ne sia sicuramente figurata), ei penetri benissimo e resti capace de i benefizii che da esse provengano sopra la Terra, la quale non più sia una cosetta minima, né che esse sien più tanto remote che appariscano così piccoline, ma tanto grandi quanto basta per potere operare in Terra, e che la distanza tra esse e Saturno sia proporzionata benissimo, e che egli di tutte queste cose abbia molto probabili ragioni, delle quali ne averei volentieri sentito qualcuna; ma il vedere che egli in queste poche parole si confonde e si

contraddice, mi fa credere ch' e' sia molto penurioso e scarso di queste probabili ragioni, e che quelle che ei chiama ragioni, sieno più tosto fallacie, anzi ombre di vane immaginazioni. Imperocché io domando adesso a lui, se questi corpi celesti operano veramente sopra la Terra, e se per tale effetto sono stati prodotti delle tali e tali grandezze, ed in tali e tali distanze disposti, o pure se non hanno che fare con le cose terrene. Se non han che fare con la Terra, sciocchezza grande è il voler noi terreni esser arbitri delle grandezze, e regolatori delle loro locali disposizioni, mentre siamo ignorantissimi di tutti i loro affari e interessi: ma se dirà che operano e che a questo fine siano indrizzati, viene ad affermare quello che per un altro verso egli medesimo nega ed a laudar quello che pur ora ha dannato, mentre diceva che i corpi celesti, locati in tanta lontananza che dalla Terraappariscan tantini, non possono in lei operar cosa alcuna. Ma, uomo mio, nella sfera stellata, già stabilita nella distanza che ella si trova e che da voi vien giudicata per ben proporzionata per gl'influssi in queste cose terrene, moltissime stelle appariscono piccolissime, e cento volte tante ve ne sono del tutto a noi invisibili (che è un apparire ancor minori che tantine): adunque bisogna che voi (contradicendo a voi medesimo) neghiate ora la loro operazione in Terra; o vero che (contradicendo pure a voi stesso) concediate che l'apparir tantine non detrae della loro operazione; o sì veramente (e questa sarà più sincera e modesta concessione) concediate e liberamente confessiate che 'l giudicar nostro circa le loro grandezze e distanze sia una vanità, per non dir prosunzione o temerità.

Simpl. Veramente veddi ancor io subito, nel legger questo luogo, la contradizion manifesta, nel dir che le stelle, per così dire, del Copernico, apparendo tanto piccoline, non potrebbero operare in Terra, e non si accorgere d'aver conceduto l'azione sopra la Terra a quelle di Tolomeo e sue, che appariscono non pur tantine, ma sono la maggior parte invisibili.

Sal. Ma vengo ad un altro punto. Sopra che fondamento dice egli che le stelle appariscano così piccole? forse perché

tali le veggiamo noi? e non sa egli che questo viene dallo strumento che noi adoperiamo in riguardarle, cioè dall'occhio nostro? E che ciò sia vero, mutando strumento le vedremo maggiori e maggiori, quanto ne piacerà: e chi sa che alla Terra, che le rimira senza occhi, elle non si mostrino grandissime e quali realmente elle sono? Ma è tempo che, lasciate queste leggerezze, venghiamo a cose di più momento: e però, avendo io già dimostrato queste due cose, prima, quanto basti por lontano il firmamento sì che in lui il diametro dell'orbe magno non faccia maggior diversità di quella che fa l'orbe terrestre nella lontananza del Sole, e poi dimostrato parimente come per far che una stella del firmamento ci apparisca della grandezza che noi la veggiamo, non è necessario porla maggiore del Sole, vorrei saper se Ticone o alcuno de' suoi aderenti ha tentato mai di investigare in qualche modo se nella sfera stellata si scorga veruna apparenza per la quale si possa più resolutamente negare o ammettere il moto annuo della Terra.

Sagr. Io per loro risponderei di no, né tampoco averne avuto bisogno; già che il Copernico stesso è che dice, tal diversità non vi essere, ed essi, argomentando *ad hominem*, glie l'ammettono, e sopra questo assunto mostrano l'improbabilità che ne segue, cioè che sarebbe necessario far la sfera tanto immensa, che una stella fissa, per apparirci grande come ci apparisce, converrebbe che in realtà fusse una mole così immensa che eccedesse la grandezza di tutto l'orbe magno: cosa che è poi, come essi dicono, del tutto incredibile.

Sal. Io son del medesimo parere, e credo appunto ch'eglino argomentino contro all'uomo più per difesa d'un altro uomo, che per brama di venire in cognizion del vero; e non solamente non credo che alcun di loro si sia applicato al far tal osservazione, ma non son sicuro ancora se alcuno di essi sappia quale diversità dovesse produr nelle fisse il movimento annuo della Terra, quando la sfera stellata non fusse in tanta distanza che in esse tal diversità per la sua piccolezza svanisse: perché il cessare da tal inquisizione e rimettersi al semplice detto del Copernico, può ben bastare a

convincer l'uomo, ma non già a chiarirsi del fatto, potendo esser che la diversità ci sia, ma non cercata, o, per la sua piccolezza o per mancamento di strumenti esatti, non compresa dal Copernico; che non sarebbe questa la prima cosa che egli, per mancanza di strumenti o per altro difetto, non ha saputa, e pur, fondato sopra altre saldissime conietture, affermò quello a cui parevano contrarie le cose non comprese da lui: ché, come già si disse, senza il telescopio, né Marte poteva comprendersi crescer 60 volte, e Venere 40, più in quella che in questa positura, anzi le differenze loro appariscono minori assai del vero; tuttavia si è poi venuto in certezza, tali mutazioni esservi a capello quali ricercava il sistema Copernicano. Or così sarebbe ben fatto ricercare, con quella esquisitezza che si potesse maggiore, se una tal mutazione che dovrebbe scorgersi nelle fisse, posto il moto annuo della Terra, effettivamente si osservasse; cosa che assolutamente credo non esser sin ora stata fatta da alcuno, e non solamente fatta, ma forse (come ho detto) né anco da molti ben inteso quel che cercar si dovrebbe. Né mi muovo a caso a dir così; perché già veddi certa scrittura a penna di uno di questi anticopernicani, che diceva, necessariamente dover seguire, quando tal opinion fusse vera, un continuo alzamento ed abbassamento del polo di 6 mesi in 6 mesi, secondo che la Terra in tanto tempo, per tanto spazio quant'è il diametro dell'orbe magno, si ritira or verso settentrione or verso austro; e pur gli pareva ragionevole, anzi necessario, che seguendo noi la Terra, quando fussimo verso settentrione, dovessimo avere il polo più elevato che quando siamo verso il mezo giorno. In questo medesimo errore incorse uno per altro assai intelligente matematico, pur seguace del Copernico, secondo che riferisce Ticone ne' suoi Proginnasmi[26] a fac. 684, il quale diceva aver osservato mutarsi l'altezza polare ed esser diversa la state dal verno: e perché Ticone nega il merito della causa, ma non danna l'ordine, cioè nega il vedersi mutazione nell'altezza polare,

[26] Su Tycho Brahe e le sue opere cfr. vol. I, p. 618, n. 23.

ma non condanna tale inquisizione come non accomodata a conseguir quel che si cerca, viene a dichiararsi che egli ancora stima, l'altezza polare, variata o non variata di 6 mesi in 6 mesi, esser buona riprova per escludere o introdurre il movimento annuo della Terra.

Simpl. Veramente, signor Salviati, che a me ancora par che dovesse seguir l'istesso. Imperocché io non credo che voi mi negherete, che se noi camminiamo solamente 60 miglia verso tramontana, il polo ci si alzerà un grado, ed accostandosi parimente per altre 60 miglia al settentrione, ci si alzerà il polo un altro grado, etc.: ora, se l'accostarsi e discostarsi 60 miglia solamente fa sì notabil mutazione nell'altezze polari, che doverà fare il trasportarvi la Terra, e noi insieme, non dirò 60 miglia, ma 60 migliaia?

Sal. Doverà fare (se si deve seguir cotesta proporzione) che il polo ci si alzerà mille gradi. Vedete, signor Simplicio, quanto può un'inveterata impressione! Voi, per esservi fissato nella fantasia per tanti anni che il cielo sia quello che si rivolga in ventiquattr'ore, e non la Terra, e che in conseguenza i poli di tal revoluzione siano nel cielo e non nel globo terrestre, non potete né anco per un'ora spogliarvi quest'abito e mascherarvi del contrario, figurandovi che la Terra sia quella che si muova solamente per tanto tempo quanto basta per concepir quello che ne seguirebbe quando questa bugia fusse vera. Se la Terra, signor Simplicio, è quella che si muove in se stessa in ventiquattr'ore, in lei sono i poli, in lei è l'asse, in lei è l'equinoziale, cioè il cerchio massimo descritto dal punto egualmente distante da i poli, in lei sono gli infiniti paralleli, maggiori e minori, descritti da i punti della sua superficie più e meno distanti da i poli; in lei sono tutte queste cose, e non nella sfera stellata, che, per essere immobile, manca di tutte, e solo con l'imaginazione vi si possono figurare, prolungando l'asse della Terra sin là dove terminando segnerà due punti sopraposti a i nostri poli, ed il piano dell'equinoziale disteso figurerà il cielo un cerchio a sé corrispondente. Ora, se il vero asse, i veri poli, il vero equinoziale terrestri non si mutano in Terra tuttavolta che voi ancora resterete nel medesimo luogo in Terra, traspor-

tate pure la Terra dove vi piace, che voi già mai non cangerete abitudine né a i poli né a i cerchi né ad altra cosa terrena; e questo, per esser cotal trasportamento comune a voi ed a tutte le cose terrestri, ed il moto, dove è comune, è come se non vi fusse: e sì come voi non muterete abitudine a i poli terreni (abitudine, dico, sì che vi si alzino o vi s'abbassino), così parimente non la muterete a i poli figurati in cielo, tuttavoltaché per poli celesti intenderemo (come già si è definito) quei due punti che dall'asse terrestre, prolungato sin là, vi vengono segnati. È vero che si mutano tali punti nel cielo, quando il trasportamento della Terra vien fatto in tal modo, che il suo asse vadia a ferire in altri ed altri punti della sfera celeste immobile; ma non si muta la nostra abitudine ad essi, sì che il secondo ci si elevi più che il primo. Chi vuole che de i punti del firmamento, rispondenti a i poli della Terra, l'uno se gli alzi e l'altro se gli abbassi, bisogna camminare in Terra verso l'uno, allontanandosi dall'altro; ché il trasportar la Terra, e con lei noi medesimi (come ho già detto), non opera niente.

Sagr. Concedetemi in grazia, signor Salviati, ch'io spiani assai chiaramente questo negozio con un esempio, se ben grossolano, altrettanto però accomodato a questo proposito. Figuratevi, signor Simplicio, d'essere in una galera, e che stando in poppa abbiate drizzato un quadrante o altro strumento astronomico alla sommità dell'albero del trinchetto, come se voi voleste prender la sua elevazione, la quale fusse, verbigrazia, 40 gradi: non è dubbio, che camminando voi per corsìa verso l'albero 25 o 30 passi, tornando a drizzare il medesimo strumento alla medesima sommità dell'albero, troverete la sua elevazione esser maggiore, ed esser cresciuta, verbigrazia, 10 gradi; ma se in cambio di camminar i detti 25 o 30 passi verso l'albero, voi, restando fermo in poppa, faceste muover tutta la galera verso quella parte, credereste voi che, mediante il viaggio che ella avesse fatto de i 25 o 30 passi, l'elevazion del trinchetto vi si mostrasse di 10 gradi accresciuta?

Simpl. Credo ed intendo che ella non si vantaggierebbe né anco un sol capello per il viaggio di mille né di cento-

mila miglia, non che di 30 passi; ma credo bene che, se traguardando la sommità del trinchetto si fusse incontrato una stella fissa ad esser nella medesima dirittura, credo, dico, che tenendo fermo il quadrante, doppo aver navigato verso la stella 60 miglia, la mira batterebbe bene alla punta del trinchetto come prima, ma non già più alla stella, la quale mi si sarebbe elevata un grado.

Sagr. Ma voi non credete già che 'l traguardo non battesse a quel punto della sfera stellata che risponde alla dirittura della sommità del trinchetto?

Simpl. Questo no, ma il punto sarebbe variato, e rimarrebbe sotto alla stella prima osservata.

Sagr. Così sta per appunto. Ma sì come quello che in quest'esempio risponde all'elevazion della sommità dell'albero non è la stella, ma il punto del firmamento che si trova nella dirittura dell'occhio e della cima dell'albero, così nel caso esemplificato quello che nel firmamento risponde al polo della Terra, non è una stella o altra cosa fissa del firmamento, ma è quel punto nel quale va a terminar l'asse terrestre dirittamente prolungato sin là, il qual punto non è fisso, ma ubbidisce alle mutazioni che facesse il polo terreno: e però Ticone o altri, che avevano portato questa instanza, dovevano dire che a tal movimento della Terra, quando vero fusse, si dovrebbe conoscere ed osservar qualche diversità nell'alzamento ed abbassamento non del polo, ma di alcuna stella fissa verso quella parte che risponde al nostro polo.

Simpl. Già intendo benissimo l'equivoco preso da costoro, ma non però mi si toglie la forza, che mi par grandissima, dell'argomento portato in contrario, quando si riferisca alla mutazion delle stelle, e non più del polo: atteso che, se il movimento della galera, di 60 miglia solamente, mi fa alzarsi una stella fissa per un grado, come non potrà molto più venirmi una simil mutazione, ed anco maggiore assaissimo, quando la galera si trasportasse verso la medesima stella per tanto spazio quant'è il diametro dell'orbe magno, che voi dite esser il doppio di quello che è dalla Terra al Sole?

Sagr. Qui, signor Simplicio, ci è un altro equivoco, il quale veramente voi intendete, ma non vi sovviene l'inten-

derlo; ed io cercherò di ricordarvelo. Però ditemi: se quando, doppo avere aggiustato il quadrante a una stella fissa, e trovato, verbigrazia, la sua elevazione esser 40 gradi, voi senza muovervi di luogo inclinaste il lato del quadrante, sì che la stella rimanesse elevata sopra quella dirittura, direte voi perciò la stella aver acquistato maggior elevazione?

Simpl. Certo no, perché la mutazione si è fatta nello strumento, e non nell'osservatore, che abbia mutato luogo movendosi verso quella.

Sagr. Ma quando voi navigate o camminate sopra la superficie della Terra, direste voi che nel medesimo quadrante non si facesse mutazione alcuna, ma si conservasse sempre la medesima elevazione rispetto al cielo, tuttavolta che voi stesso non l'inclinaste, ma lo lasciaste stare nella prima costituzione?

Simpl. Lasciate ch'io ci pensi un poco. Direi senz'altro che non la conservasse, per esser, il viaggio ch'io fo, non in piano, ma sopra la circunferenza del globo terrestre, la quale di passo in passo muta inclinazione rispetto al cielo, ed in conseguenza la fa mutare allo strumento che sopra di lei la conserva.

Sagr. Voi benissimo dite; ed anco intendete, che quanto maggiore e maggiore fusse quel cerchio sopra il quale voi vi moveste, tante più miglia bisognerebbe camminare per far che quella stella vi si alzasse quel grado di più, e che finalmente, quando il moto verso la stella fusse per linea retta, più ancora converrebbe muoversi che per la circonferenza di qualsivoglia grandissimo cerchio.

Sal. Sì, perché finalmente la circonferenza del cerchio infinito e una linea retta sono l'istessa cosa.

Sagr. Oh questo non intendo io, né credo che l'intenda anco il signor Simplicio; e bisogna che ci sia sotto qualche misterio ascosto, perché sappiamo che il signor Salviati non parla mai a caso, né mette in campo paradosso che non riesca in qualche concetto non punto triviale: però a luogo e tempo vi ricorderò la dichiarazion di questo esser la linea

retta l'istesso che la circonferenza del cerchio infinito [27], ché per adesso non voglio che interrompiamo il discorso che aviam per le mani. E tornando al caso, metto in considerazione al signor Simplicio come l'accostamento e discostamento che fa la Terra a quella stella fissa che è vicina al polo, si fa come per una linea retta, che è il diametro dell'orbe magno; talché il voler regolare l'alzamento ed abbassamento della stella polare co 'l moto per tal diametro come pe 'l moto sopra il cerchio piccolissimo della Terra, è gran segno di poca intelligenza.

Simpl. Ma pur restiamo ancora nelle medesime difficultà, già che né anco quella poca diversità che esser vi dovrebbe, si scorge esservi; e se questa è nulla, nullo ancora bisogna confessar che sia il moto annuo per l'orbe magno, attribuito alla Terra.

Sagr. Or qui lascio seguire al signor Salviati: il quale mi par che non trapassava per nullo l'alzamento o abbassamento della stella polare o di altra delle fisse, ancorché non compreso da alcuno, e dall'istesso Copernico posto non dirò per nullo, ma per inosservabile per la sua piccolezza.

Sal. Già ho detto di sopra, che non credo che alcuno si sia messo ad osservare se ne i diversi tempi dell'anno si scorga mutazione alcuna nelle fisse, che possa dependere dal movimento annuo della Terra; e soggiunto di più, che ho dubbio se forse alcuno abbia bene inteso, quali sieno le mutazioni, e tra quali stelle debbano apparire: però è bene che andiamo con diligenza esaminando questo punto. L'aver trovato scritto solamente in genere, non si dovere ammettere il movimento annuo della Terra nell'orbe magno, perché non ha del verisimile che per esso non si vedesse alcuna apparente mutazione nelle stelle fisse, e il non sentir poi dire quali dovessero esser in particolare cotali apparenti mutazioni ed in quali stelle, mi fa molto ragionevolmente stimare che costoro che su quel generico pronunziato si fermano, non abbiano inteso, né anco forse cercato di intendere, come

[27] Cfr. *Discorsi intorno a due nuove scienze*, p. 611.

cammini il negozio di queste mutazioni, né che cose siano quelle che dicono che veder si dovrebbero; ed a così giudicare mi muove il sapere, che il movimento annuo attribuito dal Copernico alla Terra quando debba farsi sensibile nella sfera stellata, non rispetto a tutte le stelle egualmente ha da farsi apparente mutazione, ma tale apparenza in alcune deve farsi maggiore, in altre minore, in altre ancor minore, e finalmente in altre assolutamente nulla, per grandissimo che si ponesse il cerchio di questo moto annuo. Le mutazioni poi, che veder si dovrebbero, sono di due generi: l'uno è il mutar esse stelle l'apparente grandezza, e l'altro il variar altezze nel meridiano; che si tira poi in conseguenza il mutar gli orti e gli occasi, e le distanze dal vertice, etc.

Sagr. Mi par di vedermi apparecchiare una matassa di questi rivolgimenti, che Dio voglia ch'io me ne sia per poter distrigar mai; perché, a confessare il mio difetto al signor Salviati, io ci ho tal volta pensato, né mai ne ho potuto ritrovare il bandolo, e non dico tanto di questo che appartiene alle stelle fisse, quanto di un'altra più terribil faccenda, che voi mi avete fatta sovvenire co 'l ricordar queste altezze meridiane, latitudini ortive e distanze dal vertice, etc.: e 'l mio ravvolgimento di cervello nasce da quello ch'io vi dirò adesso. Il Copernico pone la sfera stellata immobile, ed il Sole nel centro di essa, parimente immobile; adunque ogni mutazione che a noi apparisca farsi nel Sole o nelle stelle fisse, è necessario che sia della Terra, cioè nostra: ma il Sole si alza e si abbassa nel nostro meridiano per un arco grandissimo, quasi di 47 gradi, e per archi ancora maggiori e maggiori varia le sue larghezze ortive ed occidue ne gli orizonti obliqui: or come può mai la Terra inclinarsi e rilevarsi tanto notabilmente al Sole, e nulla alle stelle fisse, o per sì poco che sia cosa impercettibile? Questo è quel nodo che non è possuto mai passare al mio pettine; e se voi ne lo scioglierete, vi stimerò più che un Alessandro.

Sal. Queste sono difficultà degne dell'ingegno del signor Sagredo: ed è tale il dubbio, che sino l'istesso Copernico diffidò quasi di poterlo dichiarare in maniera che lo rendesse intelligibile, il che si vede sì dal confessare egli stesso la

sua oscurità, sì dal rimettersi due volte in due diverse maniere per dichiararlo: ed io ingenuamente confesso di non avere capita la sua spiegatura se non doppo che con altro diverso modo, assai piano e chiaro, lo resi intelligibile, ma non però senza una lunga e laboriosa applicazion di mente.

Simpl. Aristotile vedde la difficultà medesima e se ne servì per redarguir alcuni antichi i quali volevano che la Terra fusse un pianeta: contro a i quali argomenta, che se ciò fusse, converrebbe che essa parimente, come gli altri pianeti, avesse più di un movimento, dal che ne seguirebbe questa variazione ne gli orti ed occasi delle stelle fisse, e nell'altezze meridiane parimente. E poiché ei promosse la difficultà e non la risolvette, è forza che ella sia, se non d'impossibile, almeno di difficile scioglimento.

Sal. La grandezza e forza dell'annodamento rende lo scioglimento più bello e ammirando; ma io non ve lo prometto per oggi, e vi prego a dispensarmi sino a domani, e per ora andremo considerando e chiarando quelle mutazioni e diversità che per il movimento annuo dovriano scorgersi nelle stelle fisse, sì come pur ora dicevamo, nell'esplicazion delle quali vengono a proporsi alcuni punti preparatorii per lo scioglimento della massima difficultà. Ora, ripigliando i due movimenti attribuiti alla Terra (e dico due, perché il terzo non è altrimenti un moto, come a suo luogo dichiarerò), cioè l'annuo ed il diurno, quello si deve intendere fatto dal centro della Terra nella circonferenza dell'orbe magno, cioè di un cerchio massimo descritto nel piano dell'eclittica, fissa ed immutabile; l'altro, cioè il diurno, è fatto dal globo della Terra in se stesso circa il proprio centro e proprio asse, non eretto, ma inclinato al piano dell'eclittica con inclinazione di gradi 23 e mezo in circa, la quale inclinazione si mantiene per tutto l'anno e, quello che sommamente si deve notare, si conserva sempre verso la medesima parte del cielo, talmenteché l'asse del moto diurno si mantien perpetuamente parallelo a se stesso: sì che, se noi ci immagineremo tale asse prolungato sino alle stelle fisse, mentre che il centro della Terra circonda in un anno tutta l'eclittica, l'istesso asse descrive la superficie di un cilindro obliquo,

che ha per una delle sue basi il detto cerchio annuo, e per l'altra un simil cerchio imaginariamente descritto dalla sua estremità, o vogliamo dir polo, tra le stelle fisse; ed è tal cilindro obliquo al piano dell'eclittica secondo l'inclinazion dell'asse che lo descrive, che aviamo detto esser gradi 23 e mezo, la quale, conservandosi perpetuamente l'istessa (se non quanto in molte migliaia di anni fa qualche piccolissima mutazione, che al presente negozio niente importa), fa che 'l globo terrestre né più s'inclina già mai né si solleva, ma immutabile si conserva: dal che ne séguita che, per quanto appartiene alle mutazioni da osservarsi nelle fisse, dependenti dal solo movimento annuo, l'istesso accaderà a qualsivoglia punto della superficie terrena, che all'istesso centro della Terra; e però nelle presenti esplicazioni ci serviremo del centro, come di qualsivoglia punto della superficie. E per più facile intelligenza del tutto, ne disegneremo le figure lineari: e prima segniamo nel piano dell'eclittica il cerchio $A N B O$, ed intendiamo i punti A, B essere gli estremi verso borea e verso austro, cioè il principio di Cancro e di Capricorno, ed il diametro $A B$ prolunghiamolo indeterminatamente per D e C verso la sfera stellata: dico ora, primieramente, che niuna delle stelle fisse poste nell'eclittica, per qualsivoglia mutazion fatta dalla Terra per esso piano dell'eclittica, varierà mai elevazione, ma sempre si scorgerà nella medesima superficie; ma bene se gli avvicinerà ed allontanerà la Terra per tanto spazio quanto è il diametro dell'orbe magno. Il che sensatamente si vede nella figura: imperocché, sia la Terra nel punto A o sia in B, sempre la stella C si vede per la medesima linea $A B C$; ma bene la lontananza $B C$ si è fatta minore della $C A$ per tutto il diametro $B A$: il più dunque che si possa scorgere nella stella C, ed in qualsivoglia altra posta nell'eclittica,

è la accresciuta o diminuita apparente grandezza, per l'avvicinamento o allontanamento della Terra.

Sagr. Fermate un poco, in cortesia, perché sento non so che scrupolo che mi dà fastidio, ed è questo. Che la stella *C* venga veduta per la medesima linea *A B C* tanto quando la Terra sia in *A* quanto se ella sia in *B*, l'intendo benissimo; come anco di più capisco che l'istesso avverrebbe da tutti i punti della linea *A B*, mentre che la Terra passasse da *A* in *B* per essa linea; ma passandovi, come si suppone, per l'arco *A N B*, è manifesta cosa che quando ella sarà nel punto *N*, ed in qualunque altro fuori che li due *A*, *B*, non più per la linea *A B*, ma per altre ed altre, si scorgerà: talché se il mostrarsi sotto diverse linee deve cagionar apparente mutazione, qualche diversità converrà che si scorga. Anzi più dirò, con quella libertà filosofica che tra i filosofi amici debbe esser permessa, parermi che voi, contrariando a voi stesso, neghiate ora quello che pur oggi ci avete, con nostra maraviglia, dichiarato esser cosa verissima e grande: dico di quello che accade ne i pianeti ed in particolare ne i tre superiori, che ritrovandosi continuamente nell'eclittica o a quella vicinissimi, non solamente si mostrano ora a noi propinqui ed ora remotissimi, ma tanto, nei regolati lor movimenti, difformi, che talvolta immobili, e tal ora, per molti gradi, retrogradi, ci si rappresentano; e tutto non per altra cagione, che per il movimento annuo della Terra.

Sal. Ancorché per mille riscontri io sia stato fatto certo dell'accortezza del signor Sagredo, pur ho voluto con quest'altro cimento assicurarmi maggiormente di quanto io possa promettermi dell'ingegno suo; e tutto per util mio, ché quando le mie proposizioni potranno star salde al martello o alla coppella del suo giudizio, potrò star sicuro che elle sien di lega buona a tutto paragone. Dico per tanto, che a bello studio avevo dissimulata cotesta obiezzione, ma non però con animo di ingannarvi e di persuadervi alcuna falsità, come sarebbe potuto accadere quando l'instanza da me dissimulata, e da voi trapassata, fusse stata tale in effetto quale in apparenza si mostra, cioè veramente gagliarda e concludente; ma ella non è tale, anzi dubito io adesso che

voi, per tentar me, finghiate di non conoscer la sua nullità. Ma voglio in questo particolare, esser più malizioso di voi, co 'l cavarvi a forza di bocca quello che artifiziosamente volevi nasconderci: e però ditemi, che cosa è quella onde voi conoscete la stazione e retrogradazione de' pianeti derivante dal moto annuo, e che è così grande che pure almeno qualche vestigio di simile effetto dovrebbe vedersi nelle stelle dell'eclittica.

Sagr. Due quesiti contien questa vostra domanda, a i quali convien ch'io risponda: il primo riguarda l'imputazione, che mi date, di simulatore; l'altro è di quello che possa apparir nelle stelle, etc. Quanto al primo, dirò con vostra pace che non è vero ch'io abbia simulato di non intender la nullità di quella instanza; e per assicurarvi di ciò, vi dic'ora che benissimo capisco tal nullità.

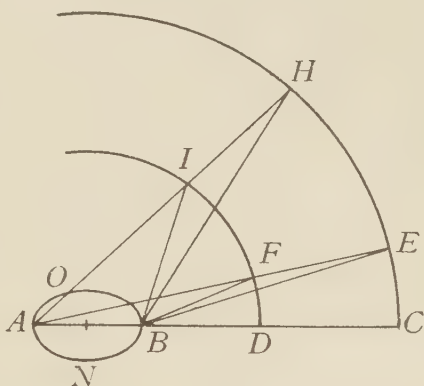
Sal. Ma non capisco già io come possa essere che voi non parlaste simulatamente, quando dicevi di non intender quella tal fallacia, la quale confessate ora di intender benissimo.

Sagr. La confessione stessa d'intenderla può assicurarvi ch'io non simulavo, mentre dicevo di non l'intendere; perché quando io avessi voluto e volessi simulare, chi potria tenermi ch'io non continuassi nella medesima simulazione, negando tuttavia di intender la fallacia? Dico dunque che non l'intendevo allora, ma che ben la capisco al presente, mercé dell'avermi voi destato l'intelletto, prima co 'l dirmi risolutamente che ella non è nulla, e poi co 'l cominciare a interrogarmi così alla larga, che cosa fusse quella per la quale io conosceva la stazione e retrogradazione de' pianeti: e perché questo si conosce dalla conferenza che si fa di essi con le stelle fisse, in relazion delle quali si veggono variare lor movimenti or verso occidente ed or verso oriente e tal ora restar come immobili, e perché sopra la sfera stellata non ve n'è altra immensamente più remota, ed a noi visibile, con la quale possiamo conferir le nostre stelle fisse, però vestigio niuno possiamo noi scorger nelle fisse, che risponda a quello che ci apparisce ne' pianeti. Questo penso io che sia quel tanto che voi mi volevi cavar di bocca.

Sal. Questo è, con la giunta da vantaggio della vostra sottilissima arguzia. E se io con un piccol motto vi apersi la mente, voi con un altro fate sovvenire a me, non esser del tutto impossibile che qualche cosa in qualche tempo si trovasse osservabile tra le fisse, per la quale comprender si potesse in chi risegga l'annua conversione, talché esse ancora, non men de i pianeti e del Sole stesso, volesser comparire in giudizio a render testimonianza di tal moto a favor della Terra: perch'io non credo che le stelle siano sparse in una sferica superficie, egualmente distanti da un centro, ma stimo che le loro lontananze da noi siano talmente varie, che alcune ve ne possano esser 2 e 3 volte più remote di alcune altre; talché, quando si trovasse co 'l telescopio qualche piccolissima stella vicinissima ad alcuna delle maggiori, e che però quella fusse altissima, potrebbe accadere che qualche sensibil mutazione succedesse tra di loro, rispondente a quella de i pianeti superiori. E tanto sia detto per ora circa il particolare delle stelle poste nell'eclittica: venghiamo ora alle fisse poste fuora dell'eclittica, ed intendiamo un cerchio massimo eretto al piano di quella, e sia, per esempio, un cerchio che nella sfera stellata risponda al coluro [28] de' solstizii, e segniamolo *C E H*, che verrà insieme ad esser un meridiano, ed in esso pigliamo una stella fuori dell'eclittica, qual sarebbe la *E*. Or questa al movimento della Terra varierà bene elevazione; perché dalla Terra in *A* sarà veduta secondo il raggio *A E*, con l'elevazione dell'angolo *E A C*; ma dalla Terra posta in *B* si vedrà ella per il raggio *B E*, con elevazione dell'angolo *E B C*, maggiore dell'altro *E A C*, per esser quello esterno, e questo interno ed opposto, nel triangolo *E A B*: vedrassi dunque mutata la distanza della stella *E* dall'eclittica; ed anco la sua altezza nel meridiano sarà fatta maggiore nello stato *B* che nel luogo *A*, secondo che l'angolo *E B C* supera l'angolo *E A C*, che è la quantità dell'angolo *A E B*: imperocché, essendo dal triangolo *E A B*

[28] I due massimi cerchi della sfera celeste che tagliano lo zodiaco e l'equatore in quattro parti eguali, distinguendo le quattro stagioni dell'anno.

prolungato il lato *A B* in *C*, l'esteriore angolo *E B C* (per esser eguale alli due interiori ed opposti *E*, *A*) supera esso *A* per la quantità dell'angolo *E*. E se noi piglieremo un'altra stella nel medesimo meridiano, più remota dall'eclittica, qual sarebbe, verbigrazia, la stella *H*, maggiore anco sarà in essa la diversità dall'esser vista dalli due luoghi *A*, *B*, secondo che l'angolo *A H B* si fa maggiore dell'altro *E*: il quale angolo anderà sempre crescendo, secondo che la stella osservata più sarà lontana dall'eclittica, sin che finalmente la massima mutazione apparirà in quella stella che fusse posta nell'istesso polo dell'eclittica, come, per totale intelligenza, potremo dimostrar così: sia il diametro dell'orbe magno *A B*, il cui centro *G*, ed intendasi prolungato sino alla sfera stellata ne i punti *D*, *C*; e sia dal centro *G* eretto l'asse dell'eclittica *G F* sino alla medesima sfera, nella quale s'intenda descritto un meridiano *D F C*, che sarà eretto al piano dell'eclittica; e presi nell'arco *F C* qualsivoglino punti *H*, *E*, come luoghi di stelle fisse, congiungansi le linee *F A*, *F B*, *A H*, *H G*, *H B*, *A E*, *G E*, *B E*, sì che l'angolo della diversità o vogliàn dire la parallasse della stella posta nel polo *B* sia *A F B*, quello della stella posta in *H* sia l'angolo *A H B*, e della stella in *E* sia l'angolo *A E B*: dico l'angolo della diversità della stella polare *F* essere il massimo, e de gli altri il più vicino al massimo esser maggiore del più remoto, cioè l'angolo *F* esser maggiore dell'angolo *H*, e questo maggiore dell'angolo *E*. Intendasi intorno al triangolo *F A B* descritto un cerchio; e perché l'angolo *F* è acuto (per esser la sua base *A B* minore del diametro *D C* del mezo cerchio *D F C*), sarà posto nella porzione maggiore del circoscritto cerchio tagliata dalla base *A B*; e perché essa *A B* è divisa in mezo ed ad angoli retti dalla *F G*, sarà il centro del cerchio circoscritto nella linea *F G*: sia il

punto *I*. E perché delle linee tirate dal punto *G*, che non è centro, sino alla circonferenza del cerchio circoscritto, la massima è quella che passa per il centro, sarà la *G F* maggiore di ogn'altra che dal punto *G* si tiri sino alla circonferenza del medesimo cerchio; e però tal circonferenza taglierà la linea *G H* (che è eguale alla linea *G F*), e tagliando la *G H* taglierà ancora la *A H*: taglila in *L*, e congiungasi la linea *L B*: saranno dunque li due angoli *A F B*, *A L B* eguali, per esser nella medesima porzione del cerchio circoscritto: ma *A L B*, esterno, è maggiore dell'interno *H*: adunque l'angolo *F* è maggiore dell'angolo *H*. E con l'istesso metodo dimostreremo, l'angolo *H* esser maggiore dell'angolo *E*, perché del cerchio descritto intorno al triangolo *A H B* il centro è nella perpendicolare *G F*, al quale la linea *G H* è più vicina della *G E*, e però la circonferenza di esso taglia la *G E* ed anco la *A E*: onde è manifesto il proposito. Concludiamo per tanto, che la diversità di apparenza (la quale con termine proprio dell'arte potremo chiamar parallasse delle stelle fisse) è maggiore e minore secondo che le stelle osservate sono più o meno vicine al polo dell'eclittica; sì che finalmente delle stelle che sono nell'eclittica stessa, tal diversità si riduce a nulla. Quanto poi all'avvicinarsi o allontanarsi per tal moto la Terra alle stelle, a quelle che sono nell'eclittica si avvicina ella e si discosta per quanto è tutto il diametro dell'orbe magno, come pur ora vedemmo; ma alle stelle intorno al polo dell'eclittica tale accostamento o allontanamento è quasi nullo, ed all'altre questa diversità si fa maggiore secondo che elle sono più vicine all'eclittica. Possiamo, nel terzo luogo, intendere, come quella diversità d'aspetto si fa maggiore o minore, secondo che la stella osservata fusse a noi più vicina o più remota; perché, se noi segneremo un altro meridiano men lontano dalla Terra, qual sarebbe questo *D F I*, una stella posta in *F* e veduta

per il medesimo raggio *A F E*, stante la Terra in *A*, quando poi si osservasse dalla Terra in *B*, si scorgerebbe secondo il raggio *B F*, e farebbe l'angolo della diversità, cioè *B F A*, maggiore dell'altro primo *A E B*, essendo esteriore del triangolo *B F E*.

Sagr. Con gran gusto, ed anco profitto, ho sentito il vostro discorso; e per assicurarmi s'io ben l'abbia capito, dirò la somma delle conclusioni sotto brevi parole. Parmi che voi ci abbiate spiegato, due sorte di diverse apparenze esser quelle che mediante il moto annuo della Terra possiamo noi osservare nelle stelle fisse: l'una è delle lor variate grandezze apparenti, secondo che noi, portati dalla Terra, a quelle ci avviciniamo o ci allontaniamo; l'altra (che pur depende dal medesimo allontanamento o avvicinamento) è il mostrarcisi nel medesimo meridiano ora più elevate ed ora meno. Di più, voi ci dite (ed io benissimo l'intendo) che l'una e l'altra di tali mutazioni non si fa egualmente in tutte le stelle, ma in altre maggiore ed in altre minore ed in altre niente. L'appressamento e discostamento per il quale la medesima stella ci debba apparire or più grande ed or più piccola, è insensibile e quasi nullo nelle stelle vicine al polo dell'eclittica, ma è massimo nelle stelle poste in essa eclittica, mediocre nelle intermedie; il contrario accade dell'altra diversità, cioè che nullo è l'alzamento o abbassamento nelle stelle poste nell'eclittica, massimo nelle circonvicine al polo di essa eclittica, mediocre nelle intermedie. Oltre di ciò, amendue queste diversità sono più sensibili nelle stelle che fussero più vicine, nelle più lontane son sensibili meno, e finalmente nelle estremamente lontane svanirebbero. Questo è quanto alla parte mia; resta ora, per quel ch'io mi avviso, di sodisfare al signor Simplicio, il quale non credo che facilmente si accomoderà a passar come cose insensibili cotali diversità, derivanti da un movimento della Terra tanto vasto e da una mutazione che trasporti la Terra in luoghi tra di loro distanti per due volte tanto quanto è da noi al Sole.

Simpl. In vero io, liberamente parlando, sento gran repugnanza nell'avere a conceder, la distanza delle fisse

Frammenti autografi di Galileo attinenti al *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*

dovere esser tanta, che in esse le dichiarate diversità devano esser del tutto impercettibili.

Sal. Non vi gettate del tutto al disperato, signor Simplicio, ché forse ci è ancora qualche temperamento per le vostre difficultà. E prima, che l'apparente grandezza delle stelle non si vegga alterar sensibilmente, non vi deve parer punto improbabile, mentre che voi vedete l'estimativa de gli uomini in cotal fatto tanto altamente ingannarsi, e massime nel riguardare oggetti risplendenti: e voi stesso rimirando, verbigrazia, una torcia accesa dalla distanza di 200 passi, nell'appressarvisi ella 3 o 4 braccia, credereste di accorgervene, perché maggiore vi si mostrasse? Io per me non me ne accorgerei sicuramente, quando ben mi se n'avvicinasse 20 o 30: anzi tal volta mi sono incontrato a vedere un simil lume in una tal lontananza, né sapermi risolvere se e' veniva verso me o pur si allontanava, mentre egli realmente mi si avvicinava. Ma che? se il medesimo appressamento e allontanamento (dico del doppio della distanza dal Sole a noi) nella stella di Saturno è quasi totalmente impercettibile, ed in Giove poco osservabile, che doverà essere nelle stelle fisse, che non credo che voi foste renitente a porle più lontane il doppio di Saturno? In Marte, che per avvicinarsi a noi...

Simpl. Vossignoria non si affatichi più in questo particolare, ché già resto capace, poter benissimo accadere quanto si è detto circa la non alterata apparente grandezza delle stelle fisse; ma che diremo dell'altra difficultà, che nasce da non si scorger variazione alcuna nella mutazion di aspetto?

Sal. Diremo cosa per avventura da potervi quietare anco in questa parte. E per venire alle brevi, non sareste voi sodisfatto quando realmente si scorgesser nelle stelle quelle mutazioni che vi par necessario che scorger vi si dovessero quando il movimento annuo fusse della Terra?

Simpl. Sarei senza dubbio, per quanto appartiene a questo particolare.

Sal. Vorrei che voi diceste, che quando una tal diversità si scorgesse, niuna cosa resterebbe più che potesse render dubbia la mobilità della Terra, atteso che a cotal apparenza

nissun altro ripiego assegnar si potrebbe. Ma quando bene anco ciò sensibilmente non apparisse, non però la mobilità si rimuove, né la immobilità necessariamente si conclude, potendo esser (come afferma il Copernico) che l'immensa lontananza della sfera stellata renda inosservabili cotali minime apparenze; le quali, come già si è detto, può esser che sin ora non sieno state né anco ricercate, o, se pur ricercate, non ricercate nella maniera che si deve, cioè con quella esattezza che a così minute puntualità sarebbe necessaria; la quale esattezza è difficile a conseguirsi, sì per difetto de gli strumenti astronomici, suggetti a molte alterazioni, sì ancora per colpa di quelli che gli maneggiano con minor diligenza di quello che sarebbe necessario. Argomento necessariamente concludente di quanto poco sia da fidarsi di tali osservazioni, siane la diversità che noi troviamo tra gli astronomi nell'assegnare i luoghi, non dirò delle stelle nuove e delle comete, ma delle stelle fisse medesime, sino anco all'altezze polari, nelle quali il più delle volte per molti minuti si trovano tra di loro discordanti. E per vero dire, chi vuole in un quadrante o sestante, che al più averà il lato di 3 o 4 braccia di lunghezza, assicurarsi nell'incidenza del perpendicolo o nel taglio della diottra di non si ingannare di dua o tre minuti, che nella sua circonferenza non saranno maggiori della larghezza di un grano di miglio? oltre all'esser quasi impossibile che lo strumento sia con assoluta giustezza fabbricato e conservato. Tolomeo mostra diffidenza di un strumento armillare [29] fabbricato dall'istesso Archimede per prender l'ingresso del Sole nell'equinoziale.

Simpl. Ma se gli strumenti son così sospetti e le osservazioni tanto dubbiose, come potremo noi già mai costituirci in sicurezza e liberarci dalle fallacie? Io avevo sentito predicare gran cose de gli strumenti di Ticone, fatti con immense spese, e della sua singolar diligenza nelle osservazioni.

Sal. Tutto questo vi ammetto; ma né quelli né questa bastano per assicurarci in un negozio di tanta importanza.

[29] Strumento formato di cerchi mobili attorno ad un asse, per la rappresentazione del movimento degli astri.

Io voglio che ci serviamo di strumenti maggiori assai assai di quelli di Ticone, esattissimi e fatti con pochissima spesa, il lato de i quali sia di 4, 6, 20, 30 e 50 miglia, sì che un grado sia largo un miglio, un minuto primo 50 braccia, un secondo poco meno di un braccio: ed in somma gli potremo avere, senza spender nulla, di qual grandezza più ci piacerà. Io, stando in una mia villa vicino a Firenze, osservai manifestamente l'arrivo e la partita del Sole dal solstizio estivo, mentre che una sera nel suo tramontare si addopò a una rupe delle montagne di Pietrapana, lontana circa 60 miglia, lasciando di sé scoperto un sottil filo verso tramontana, la cui larghezza non era la centesima parte del suo diametro, e la seguente sera in simil occaso mostrò pur di sé scoperta una simil parte, ma notabilmente più sottile, argomento necessario dell'aver egli cominciato a discostarsi dal tropico; ed il regresso del Sole dalla prima alla seconda osservazione non importò sicuramente un minuto secondo nell'orizonte: l'osservazione poi fatta con telescopio esquisito, e che multiplica il disco del Sole più di mille volte, riesce facile e insieme dilettevole. Ora, con simili strumenti voglio che facciamo le nostre osservazioni nelle stelle fisse, servendoci di alcuna di quelle nelle quali la mutazione dovrebbe esser più cospicua, quali sono, come già si è dichiarato, le più remote dall'eclittica, tra le quali la Lira, stella grandissima e vicina al polo dell'eclittica, sarebbe molto opportuna ne i paesi assai settentrionali, operando nella maniera che dirò appresso, ma co 'l servirmi di altra stella; e già meco medesimo ho apposto un luogo assai accomodato per tale osservazione. Il luogo è un'aperta pianura, sopra la quale si alza verso tramontana una montagna molto eminente, nel vertice della quale è fabbricata una piccola chiesetta, situata da occidente verso oriente, sì che la schiena del suo coperto può segare ad angoli retti il meridiano di qualche abitazione posta nella pianura. Voglio fermare una travetta parallela alla detta schiena o colmo del tetto, e da esso distante un braccio in circa: fermata questa, cercherò nel piano il luogo dal quale una delle stelle del Carro, nel passar per il meridiano, venga ascondendosi doppo la trave già collocata; o vero, quando

la trave non fusse tanto grossa che bastasse ad occultar la stella, troverò il posto di dove si vegga la medesima trave tagliare in mezo il disco di essa stella, effetto che con telescopio esquisito si discerne esquisitamente: e se nel luogo di tale accidente si scorgerà fusse qualche abitazione, sarà tanto più comodo; quando che no, farò piantare un palo ben fermo in terra, con nota stabile per indice dove si debba ricostituir l'occhio qualunque volta si voglia reiterar l'osservazione: la prima delle quali osservazioni farò intorno al solstizio estivo, per continuar poi di mese in mese, o quando più mi piacerà, sino all'altro solstizio; con la quale osservazione si potrà scoprir l'alzamento ed abbassamento della stella, per piccolo che egli sia. E se in tal operazione succederà il poter comprender mutazione alcuna, quale e quanto acquisto si farà in astronomia? poiché con tal mezo, oltre all'assicurarci del moto annuo, potremo venire in cognizione della grandezza e lontananza della medesima stella.

Sagr. Io comprendo benissimo tutto il progresso, e parmi l'operazione tanto facile e accomodata al bisogno, che molto ragionevolmente si potrebbe credere che dall'istesso Copernico o da altro astronomo fusse stata messa in atto.

Sal. A me par tutto l'opposito, perché non ha del verisimile che, se alcuno l'avesse sperimentata, non avesse fatto menzione dell'esito, se succedeva in favore di questa o di quella opinione; oltre che né per questo né per altro fine si trova che alcuno si sia valso di tal modo di osservare, il quale anco, senza telescopio esatto, malamente si potrebbe effettuare.

Sagr. Resto interamente quieto di quanto dite. Ma già che ci avanza gran tempo a notte, se voi desiderate ch'io possa trapassarla con quiete, non vi sia grave esplicarci quei problemi, la dichiarazione de i quali poco fa domandaste di poter differire a dimane; rendeteci in grazia il già conceduto indulto, e lasciati tutti gli altri ragionamenti da banda, venite dichiarandoci come, posti i movimenti che il Copernico attribuisce alla Terra, e ritenendo immobile il Sole e le stelle fisse, ne possano seguire quei medesimi accidenti circa gli alzamenti del Sole, circa le mutazioni delle stagioni e le

disequalità de i giorni e delle notti etc., nel medesimo modo appunto che nel sistema Tolemaico assai facilmente si apprendono.

Sal. Non si deve né si può negare cosa che sia ricercata dal signor Sagredo: e la proroga da me domandata non era ad altro effetto, che per aver tempo di riordinarmi nella fantasia quelle premesse che servono per una larga ed aperta dichiarazione del modo col quale i nominati accidenti seguono tanto nella posizione Copernicana quanto nella Tolemaica, anzi con assai maggiore agevolezza e semplicità in quella che in questa; onde manifestamente si comprenda, quella ipotesi altrettanto esser facile ad effettuarsi dalla natura, quanto difficile ad esser compresa dall'intelletto. Tuttavia spero, con servirmi d'altra spiegatura che dell'usata dal Copernico, rendere anco la sua apprensione assai meno oscura; per lo che fare proporrò alcune supposizioni per sé note e manifeste, e saranno le seguenti:

Prima. Posto che la Terra, corpo sferico, si volga circa 'l proprio asse e poli, ciaschedun punto segnato nella sua superficie descrive la circonferenza di un cerchio, maggiore o minore secondo che il punto segnato sarà più o meno lontano da i poli; e di questi cerchi, massimo è quello che vien disegnato da un punto egualmente lontano da essi poli: e tutti questi cerchi sono tra di loro paralleli; e *paralleli* li chiameremo.

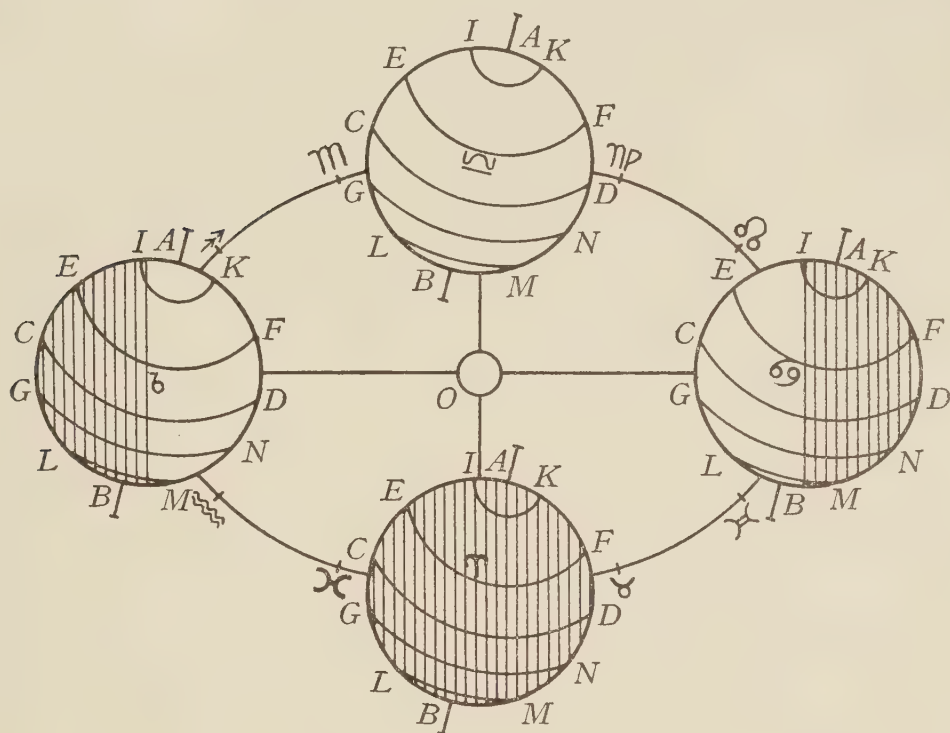
Seconda. Essendo la Terra di figura sferica e di sustanza opaca, vien continuamente illuminata dal Sole secondo la metà della sua superficie, restando l'altra metà tenebrosa: ed essendo il termine che distingue la parte illuminata dalla tenebrosa un cerchio massimo, lo chiameremo *cerchio terminator della luce*.

Terza. Quando il cerchio terminator della luce passasse per i poli della Terra, taglierebbe (essendo cerchio massimo) tutti i paralleli in parti eguali; ma non passando per i poli, gli taglierà tutti in parti diseguali, trattone il solo cerchio di mezo, che, per esser massimo, vien pur segato in parti eguali.

Quarta. Volgendosi la Terra intorno a i proprii poli, le quantità de i giorni e delle notti vengono determinate da gli archi de i paralleli segati dal cerchio terminator della luce; e l'arco che resta nell'emisferio illuminato prescrivere la lunghezza del giorno, e il rimanente è la quantità della notte.

Proposte queste cose, per più chiara intelligenza di quello che resta da dirsi verremo a descriverne una figura: e prima segneremo la circonferenza di un cerchio, che ci rappresenterà quella dell'orbe magno, descritta nel piano dell'eclittica, e questa divideremo in quattro parti eguali con li due diametri, Capricorno, Granchio, Libra e Ariete, che nell'istesso tempo ci rappresenteranno i quattro punti cardinali, cioè li due solstizii e li due equinozii; e nel centro di tal cerchio noteremo il Sole *O*, fisso ed immobile. Segnamo ora circa i quattro punti Capricorno, Granchio, Libra e Ariete, come centri, quattro cerchi eguali, li quali ci rappresentino la Terra, in essi in diversi tempi costituita; la quale co 'l suo centro nello spazio di un anno cammini per tutta la circonferenza Capricorno Ariete Granchio e Libra, muovendosi da occidente verso oriente, cioè secondo l'ordine de' segni. Già è manifesto che mentre la Terra sia in Capricorno, il Sole apparirà in Granchio, e movendosi la Terra per l'arco Capricorno e Ariete, il Sole apparirà muoversi per l'arco Granchio e Libra, ed in somma scorrere il zodiaco secondo l'ordine de i segni nello spazio di un anno; e con questo primo assunto vien senza controversia sodisfatto all'apparente movimento annuo del Sole sotto l'eclittica.

Ora venendo all'altro movimento, cioè al diurno della Terra in se stessa, bisogna stabilire i suoi poli ed il suo asse, il quale si ha da intendere esser non eretto a perpendicolo sopra il piano dell'eclittica, cioè non parallelo all'asse dell'orbe magno, ma declinante dall'angolo retto gradi 23 e mezo in circa, co 'l suo polo boreale verso l'asse dell'orbe magno, stante il centro della Terra nel punto solstiziale di Capricorno. Intendendo dunque il globo terrestre avere il suo centro nel punto Capricorno, segneremo i poli ed il suo asse *A B*, inclinato dal perpendicolo sopra 'l diametro

Capricorno e Granchio gradi 23 e mezo, sì che l'angolo *A* Capricorno e Granchio venga ad essere il complimento di una quarta, cioè gradi 66 e mezo, e tale inclinazione bisogna intendere esser immutabile; ed il polo superiore *A* intenderemo essere il boreale, e l'altro *B* l'australe. Immaginandoci ora la Terra rivolgersi in se stessa circa l'asse *A B* in ore ventiquattro, pur da occidente verso oriente, verranno

da tutti i punti notati nella sua superficie descritti cerchi tra di loro paralleli: segneremo, in questo primo posto della Terra, il massimo *C D* e li due da esso lontani gradi 23 e mezo, *E F* sopra e *G N* sotto, e gli altri due estremi *I K*, *L M*, lontani per simile intervallo da i poli *A*, *B*; e sì come aviamo notati questi cinque, così ne possiamo intendere altri innumerabili, paralleli a questi, descritti da gl'innumerabili punti della terrestre superficie. Intendiamo ora, la Terra co 'l moto annuo del suo centro trasferirsi ne gli altri luoghi già notati, ma passarvi con tal legge: che il proprio asse *A B* non solamente non muti inclinazione sopra il piano dell'eclittica, ma non varii anco già mai direzione, sì che, mantenendosi sempre parallelo a se stesso, riguardi conti-

nuamente verso le medesime parti dell'universo o vogliamo dire del firmamento; dove se noi l'intendessimo prolungato, verrebbe co 'l suo altissimo termine a disegnare un cerchio parallelo ed eguale all'orbe magno Libra Capricorno Ariete e Granchio, come base superiore di un cilindro descritto da se medesimo nel moto annuo sopra l'inferior base Libra Capricorno Ariete e Granchio: e però, stante questa immutabilità d'inclinazione, segneremo quest'altre tre figure intorno a i centri Ariete, Granchio e Libra, simili in tutto e per tutto alla descritta prima intorno al centro Capricorno.

Consideriamo adesso la prima figura della Terra: nella quale, per esser l'asse *A B* declinante dal perpendicolo sopra il diametro Capricorno Granchio gradi 23 e mezo verso il Sole *O*, ed essendo l'arco *A I* pur gradi 23 e mezo, l'illuminazion del Sole illustrerà l'emisferio del globo terrestre esposto verso il Sole (del quale qui se ne vede la metà), diviso dalla parte tenebrosa per il terminator della luce *I M*; dal quale il parallelo *C D*, per esser cerchio massimo, verrà diviso in parti eguali, ma gli altri tutti in parti diseguali, essendo che il terminator della luce *I M* non passa per i lor poli *A*, *B*; ed il parallelo *I K*, insieme con tutti gli altri descritti dentro di esso e più vicini al polo *A*, resteranno interi nella parte illuminata, come, all'incontro, gli opposti verso il polo *B*, contenuti dentro al parallelo *L M*, resteranno nelle tenebre. Oltre a ciò, per esser l'arco *A I* eguale all'arco *F D* e l'arco *A F* comune, saranno li due *I K F*, *A F D* eguali, e ciascheduno una quarta; e perché tutto l'arco *I F M* è mezo cerchio, sarà l'arco *M F* una quarta, ed eguale all'altra *F K I*: e però il Sole *O* sarà, in questo stato della Terra, verticale a chi fusse nel punto *F*. Ma per la revoluzione diurna intorno all'asse stabile *A B* tutti i punti del parallelo *E F* passano per il medesimo punto *F*; e però in tal giorno il Sole nel mezo dì sarà verticale a tutti gli abitatori del parallelo *E F*, e gli sembrerà descriver nel suo moto apparente il cerchio che noi chiamiamo il tropico di Cancro; ma a gli abitatori di tutti i paralleli che sono sopra 'l parallelo *E F*, verso il polo boreale *A*, il Sole declina dal lor vertice verso austro; ed all'incontro, tutti gli abita-

tori de i paralleli che sono sotto l'*E F*, verso l'equinoziale *C D* e 'l polo austrino *B*, il Sole meridiano è elevato oltre al lor vertice verso 'l polo boreale *A*. Vedesi appresso, come di tutti i paralleli il solo massimo *C D* è tagliato in parti eguali dal terminator della Luce *I M*; ma gli altri, che sono sotto e sopra il detto massimo, son tutti tagliati in parti diseguali: e de i superiori, gli archi semidiurni, che sono quelli della parte della superficie terrestre illustrata dal Sole, son maggiori de i seminotturni, che restano nelle tenebre; ed il contrario accade de i rimanenti, che sono sotto il massimo *C D* verso il polo *B*, de i quali gli archi semidiurni son minori de i seminotturni. Vedesi ancora manifestamente, che le differenze di essi archi si vanno agumentando secondo che i paralleli son più vicini a i poli, sin tanto che il parallelo *I K* resta tutto intero nella parte illuminata, e gli abitatori di esso hanno un giorno di ventiquattr'ore senza notte, ed all'incontro il parallelo *L M*, restando tutto nelle tenebre, ha una notte di ventiquattr'ore senza giorno.

Venghiamo ora alla terza figura della Terra, posta co 'l suo centro nel punto Granchio, di dove il Sole apparisce essere nel primo punto di Capricorno: già manifestamente si vede, come per non aver l'asse *A B* mutata inclinazione, ma per essersi conservato parallelo a se stesso, l'aspetto e situazion della Terra è l'istesso a capello che quel della prima figura, salvo che quell'emisferio che nella prima era illuminato dal Sole, in questa resta nelle tenebre, e viene illuminato quello che nel primo posto era tenebroso; onde quello che accadeva prima circa le differenze de i giorni e delle notti, circa l'esser quelli maggiori o minori di queste, ora accade il contrario. E prima si vede, che dove nella prima figura il cerchio *I K* era tutto nella luce, ora è tutto nelle tenebre, e l'opposto *L M* ora è tutto nella luce, che prima era tutto tenebroso: dei paralleli tra 'l cerchio massimo *C D* e 'l polo *A*, sono ora gli archi semidiurni minori de i seminotturni, che prima erano il contrario: de gli altri parimente verso il polo *B*, sono ora gli archi semidiurni maggiori de i seminotturni, l'opposto di che accadeva nell'altro stato della Terra: vedesi ora il Sole fatto verticale a gli abitatori

del tropico *G N*, ed essersi abbassato verso austro a quelli del parallelo *E F* per tutto l'arco *E C G*, cioè gradi 47, ed essere in somma passato dall'uno all'altro tropico traversando l'equinoziale, con alzarsi ed abbassarsi ne' meridiani il detto spazio di gradi 47: e tutta questa mutazione deriva non dall'inclinarsi o elevarsi la Terra, ma all'incontro dal non si inclinare o elevar già mai, ed in somma dal conservarsi ella sempre nella medesima costituzione rispetto all'universo, solo co 'l circondare il Sole, situato nel mezo dell'istesso piano nel quale circolarmente se gli muove ella intorno co 'l movimento annuo. E qui è da notare un accidente maraviglioso, che è, che sì come il conservar l'asse della Terra la medesima direzione verso l'universo, o vogliamo dire verso la sfera altissima delle stelle fisse, fa che il Sole ci appare elevarsi ed inclinarsi per tanto spazio, cioè per gradi 47, e niente inclinarsi o elevarsi le stelle fisse, così all'incontro, quando il medesimo asse della Terra si mantenesse continuamente con la medesima inclinazione verso il Sole, o vogliam dire verso l'asse del zodiaco, nissuna mutazione apparirebbe farsi nel Sole circa l'alzarsi e abbassarsi, onde gli abitatori dell'istesso luogo sempre avrebbero le medesime diversità de i giorni e delle notti e la medesima costituzione di stagioni, cioè altri sempre inverno, altri sempre state, altri primavera etc., ma all'incontro grandissima apparirebbe la mutazione nelle stelle fisse circa l'elevarsi ed inclinarsi a noi, che importerebbe i medesimi 47 gradi. Per intelligenza di che, torniamo a considerar lo stato della Terra nella prima figura, dove si vede l'asse *A B* co 'l polo superiore *A* inclinare verso il Sole; ma nella terza figura, avendo il medesimo asse conservata l'istessa direzione verso la sfera altissima, co 'l mantenersi parallelo a se stesso, non più inclina verso 'l Sole co 'l polo superiore *A*, ma all'incontro reclina dal primiero stato gradi 47 ed inclina verso la parte opposta: sì che, per restituir la medesima inclinazione dell'istesso polo *A* verso 'l Sole, bisognerebbe, co 'l girar il globo terrestre secondo la circonferenza *A C E D*, trasportarlo verso *E* i medesimi 47 gradi; e per tanti gradi qualsi-

voglia stella fissa osservata nel meridiano apparirebbe essersi elevata o inclinata.

Venghiamo adesso all'esplicazione di quel che resta, e consideriamo la Terra collocata nella quarta figura, cioè co 'l suo centro nel punto primo della Libra, onde il Sole apparirà nel principio dell'Ariete: e perché l'asse della Terra, che nella prima figura s'intende esser inclinato sopra il diametro Capricorno Granchio, e però esser nel medesimo piano che, segando il piano dell'orbe magno secondo la linea Capricorno Granchio, a quello fusse eretto perpendicolare, trasportato nella quarta figura, e mantenuto, come sempre si è detto, parallelo a se stesso, verrà ad esser in un piano pur eretto alla superficie dell'orbe magno e parallelo al piano che ad angoli retti sega la medesima superficie secondo 'l diametro Capricorno Granchio; e però la linea che dal centro del Sole va al centro della Terra, quale è la *O* Libra, sarà perpendicolare all'asse *B A*: ma la medesima linea che dal centro del Sole va al centro della Terra è sempre perpendicolare ancora al cerchio terminator della luce: però questo medesimo cerchio passerà per i poli *A*, *B* nella quarta figura, e nel suo piano sarà l'asse *A B*. Ma il cerchio massimo passando per i poli de i paralleli, gli divide tutti in parti eguali; adunque gli archi *I K*, *E F*, *C D*, *G N*, *L M* saranno tutti mezi cerchi, e l'emisferio illuminato sarà questo che riguarda verso noi e 'l Sole, e 'l terminator della luce sarà l'istesso cerchio *A C B D*, e stante la Terra in questo luogo, farà l'equinozio a tutti li suoi abitatori. E 'l medesimo accade nella seconda figura, dove la Terra, avendo l'emisferio suo illuminato verso il Sole, mostra a noi l'altro oscuro con li suoi archi notturni, che pur son tutti mezi cerchi; ed in conseguenza qui ancora si fa l'equinozio. E finalmente, essendo che la linea prodotta dal centro del Sole al centro della Terra è perpendicolare all'asse *A B*, al quale è parimente eretto il cerchio massimo de i paralleli *C D*, passerà la medesima linea *O* Libra necessariamente per l'istesso piano del parallelo *C D*, segando la sua circonferenza nel mezo dell'arco diurno *C D*; e però il Sole sarà verticale a quello che in tal segamento si trovasse: ma vi

passano, portati dalla diurna conversion della Terra, tutti gli abitatori di tal parallelo: adunque tutti questi in tal giorno averanno il Sole meridiano sopra il vertice loro, ed il Sole intanto a tutti gli abitatori della Terra apparirà descrivere il massimo parallelo, detto *equinoziale*. In oltre, essendo che, stante la Terra in amendue i punti solstiziali, de i cerchi polari *I K*, *L M* l'uno resta intero nella luce e l'altro nelle tenebre; ma quando la Terra è ne i punti equinoziali, la metà de i medesimi cerchi polari si trovano nella luce, restando il rimanente nelle tenebre; non doverà esser difficile a intendersi, come passando la Terra, verbigrazia, dal Granchio (dove il parallelo *I K* è tutto nelle tenebre) nel Leone, cominci una parte del parallelo *I K* verso il punto *I* a entrar nella luce, e che il terminator della luce *I M* cominci a ritirarsi verso i poli *A*, *B*, segando il cerchio *A C B D* non più in *I*, *M*, ma in due altri punti cadenti tra i termini *I*, *A*, *M*, *B*, de gli archi *I A*, *M B*, onde gli abitatori del cerchio *I K* comincino a goder del lume, e gli altri abitatori del cerchio *L M* a sentir della notte. Ed ecco, con due semplicissimi movimenti, fatti dentro a tempi proporzionati alle grandezze loro e tra sé non contrarianti, anzi fatti, come tutti gli altri de' corpi mondani mobili, da occidente verso oriente, assegnati al globo terrestre, rese adequate ragioni di tutte quelle medesime apparenze, per le quali salvare con la stabilità della Terra è necessario (renunziando a quella simmetria che si vede tra le velocità e le grandezze de i mobili) attribuire ad una sfera vastissima sopra tutte le altre una celerità incomprensibile, mentre le altre minori sfere si muovono lentissimamente, e più far tal moto contrario al movimento di quelle, e, per accrescere l'improbabilità, far che da quella superiore sfera sieno, contro alla propria inclinazione, rapite tutte le inferiori. E qui rimetto al vostro parere il giudicar quello che abbia più del verisimile.

Sagr. A me, per quello che appartiene al mio senso, si rappresenta non piccola differenza tra la semplicità e facilità dell'operare effetti con i mezi assegnati in questa nuova constituzione, e la multiplicità confusione e difficultà che si trova nell'antica e comunemente ricevuta; ché quando

secondo questa multiplicità fusse ordinato questo universo, bisognerebbe in filosofia rimuover molti assiomi comunemente ricevuti da tutti i filosofi, come che la natura non multiplica le cose senza necessità, e che ella si serve de' mezi più facili e semplici nel produrre i suoi effetti, e che ella non fa niente indarno, ed altri simili. Io confesso non aver sentita cosa più ammirabile di questa, né posso credere che intelletto umano abbia mai penetrato in più sottile speculazione. Non so quello che ne paia al signor Simplicio.

Simpl. Queste (se io devo dire il parer mio con libertà) mi paiono di quelle sottigliezze geometriche, le quali Aristotile riprende in Platone, mentre l'accusa che per troppo studio della geometria si scostava dal saldo filosofare: ed io ho conosciuti e sentiti grandissimi filosofi peripatetici sconsigliar suoi discepoli dallo studio delle matematiche, come quelle che rendono l'intelletto cavilloso ed inabile al ben filosofare; instituto diametralmente contra a quello di Platone, che non ammetteva alla filosofia se non chi prima fusse impossessato della geometria.

Sal. Applaudo al consiglio di questi vostri Peripatetici, di distorre i loro scolari dallo studio della geometria, perché non ci è arte alcuna più accomodata per scoprir le fallacie loro; ma vedete quanto cotesti sien differenti da i filosofi matematici, li quali assai più volentieri trattano con quelli che ben son informati della comune filosofia peripatetica, che con quelli che mancano di tal notizia, li quali, per tal mancamento, non posson far parallelo tra dottrina e dottrina. Ma posto questo da banda, ditemi, di grazia, quali stravaganze o troppo sforzate sottigliezze vi rendon meno applausibile questa Copernicana costituzione.

Simpl. Io invero non l'ho interamente capita, forse perché non ho né anco ben in pronto le ragioni che de i medesimi effetti vengon prodotte da Tolomeo, dico di quelle stazioni, retrogradazioni, accostamenti e allontanamenti de' pianeti, accrescimenti e scorciamenti de' giorni, mutazioni delle stagioni, etc.: ma, lasciate le conseguenze che dependono dalle prime supposizioni, sento nelle supposizioni stesse non piccole difficultà: le quali supposizioni quando vengon atterrate,

si tiran dietro la rovina di tutta la fabbrica. Ora, perché tutta la machina del Copernico mi par che si fondi sopra instabili fondamenti, poiché si appoggia su la mobilità della Terra, quando questa sia rimossa, non accade passare ad altre disputazioni; e per rimuover questa parmi che l'assioma d'Aristotile sia sufficientissimo, che di un corpo semplice un solo moto semplice possa esser naturale; ma qui alla Terra, corpo semplice, vengono assegnati 3, se non 4, movimenti, e tra di loro molto differenti; poiché, oltre al moto retto, come grave, verso il centro, che non se gli può negare, se gli attribuisce un moto circolare in un gran cerchio intorno al Sole in un anno, ed una vertigine in se stessa in ventiquattr'ore, e, quello poi che è più esorbitante e che forse per ciò voi lo tacevi, un'altra vertigine intorno al proprio centro, contraria alla prima delle ventiquattr'ore, e che si compie in un anno. A questo l'intelletto mio sente repugnanza grandissima.

Sal. Quanto al moto in giù, già s'è concluso non esser altrimenti del globo terrestre, che mai di tal movimento non s'è mosso né già mai s'è per muovere; ma è (se pure è) delle parti, per riunirsi al suo tutto. Quanto poi al movimento annuo ed al diurno, questi, essendo fatti per il medesimo verso, sono benissimo compatibili, in quella maniera che se noi lasciassimo andare una palla giù per una superficie declive, ella, nello scendere per quella spontaneamente, girerà in se stessa. Quanto poi al terzo moto attribuitole dal Copernico in se stessa in un anno, solamente per conservare il suo asse inclinato e diretto verso la medesima parte del firmamento, vi dirò cosa degna di grandissima considerazione; cioè, che *tantum abest* che (benché fatto al contrario dell'altro annuo) in esso sia repugnanza o difficultà alcuna, che egli naturalissimamente e senza veruna causa motrice compete a qualsivoglia corpo sospeso e librato, il quale, se sarà portato in giro per la circonferenza di un cerchio, immediate per se stesso acquista una conversione circa 'l proprio centro, contraria a quella che lo porta intorno, e tale in velocità, che amendue finiscono una conversione nell'istesso tempo precisamente. Potrete veder questa mira-

bile ed accomodata al nostro proposito esperienza, mettendo in un catino d'acqua una palla che vi galleggi, e tenendo il vaso in mano: se vi andrete rivolgendo sopra le piante de' piedi, vedrete immediatamente cominciar la palla a rivolgersi in se stessa con moto contrario a quel del catino, e finir la sua revoluzione quando finirà quella del vaso. Ora, che altro è la Terra che un globo pensile e librato in aria tenue e cedente, il quale, portato in giro in un anno per la circonferenza di un gran cerchio, ben deve acquistar senz'altro motore una vertigine circa 'l proprio centro, annua e contraria all'altro movimento pur annuo? Voi vedrete quest'effetto; ma se poi andrete più accuratamente considerando, vi accorgerete quest'esser non cosa reale, ma una semplice apparenza, e quello che vi assembra essere un rivolgersi in se stesso, essere un non si muovere ed un conservarsi del tutto immutabile rispetto a tutto quello che fuor di voi e del vaso resta immobile: perché, se in quella palla segnerete qualche nota, e considererete verso qual parte del muro della stanza dove sete, o della campagna o del cielo, ella riguarda, vedrete tal nota, nel rivolgimento del vaso e vostro, riguardar sempre verso quella medesima parte; ma paragonandola al vaso ed a voi stesso, che sete mobili, ben apparirà ella andar mutando direzione, e con movimento contrario al vostro e del vaso andar ricercando tutti i punti del giro di quello; talché con maggior verità si può dire che voi ed il vaso giriate intorno alla palla immobile, che ch'essa si volga drento al vaso. In tal guisa la Terra, sospesa e librata nella circonferenza dell'orbe magno, e situata in tal modo che una delle sue note, qual sarebbe per esempio il suo polo boreale, riguardi verso una tale stella o altra parte del firmamento, verso la medesima si mantien sempre diretta, benché portata co 'l moto annuo per la circonferenza di esso orbe magno. Questo solo è bastante a far cessare la maraviglia e rimuovere ogni difficultà: ma che dirà il signor Simplicio se a questa non indigenza di causa cooperante aggiugneremo una mirabile virtù intrinseca del globo terrestre, di riguardar con sue determinate parti verso determinate parti del firmamento? Parlo della virtù magnetica,

participata costantissimamente da qualsivoglia pezzo di calamita. E se ogni minima particella di tal pietra ha in sé tal virtù, chi vorrà dubitare, la medesima più altamente risedere in tutto questo globo terreno, abbondante di tal materia, e che forse egli stesso, quanto alla sua interna e primaria sustanza, altro non è che un'immensa mole di calamita?

Simpl. Adunque voi sete di quelli che aderiscono alla magnetica filosofia di Guglielmo Gilberto? [30]

Sal. Sono per certo, e credo d'aver per compagni tutti quelli che attentamente avranno letto il suo libro e riscontrate le sue esperienze; né sarei fuor di speranza che quello che è intervenuto a me in questo caso, potesse accadere a voi ancora, tuttavolta che una curiosità simile alla mia ed un conoscere che infinite cose restano in natura incognite a gl'intelletti umani, con liberarvi dalla schiavitudine di questo o di quel particolare scrittore delle cose naturali, allentasse il freno al vostro discorso e rammorbidisse la contumacia e renitenza del vostro senso, sì che ei non negasse tal ora di dare orecchio a voci non più sentite. Ma (siami permesso d'usar questo termine) la pusillanimità de gl'ingegni comuni è giunta a segno, che non solamente alla cieca fanno dono, anzi tributo, del proprio assenso a tutto quello che trovano scritto da quelli autori che nella prima infanzia de' loro studii gli furono accreditati da i lor precettori, ma recusano di ascoltare, non che di esaminare, qual si sia nuova proposizione o problema, benché non solamente non sia stato confutato, ma né pure esaminato né considerato, da i loro autori: de' quali uno è questo, di investigare qual sia la vera, propria, primaria, interna e general materia e sustanza di questo nostro globo terrestre; che, benché né ad Aristotile né ad altri, prima che al Gilberto, sia caduto

[30] William Gilbert (1540-1603), fisico inglese, che nel 1600 pubblicò il *De Magnete*, dove la Terra è considerata simile ad un grande magnete che ha i suoi poli ai poli terrestri. Galilei si sarebbe avvalso di questa teoria per le sue indagini sulla cinematica dei gravi, i quali verrebbero a subire ad ogni istante l'attrazione della Terra (cfr. A. Koyré, *Études galiléennes*, II, p. 24, Paris, 1939).

in mente di pensare se possa esser calamita, non che né Aristotile né altri abbiano confutata una tale opinione, tuttavia mi son io incontrato in molti che al primo motto di questo, quasi cavallo che adombri, si sono ritirati in dietro e sfuggito di trattarne, spacciando un tal concetto per una vana chimera, anzi per una solenne pazzia; e forse il libro del Gilberto non mi sarebbe venuto nelle mani, se un filosofo peripatetico di gran nome, credo per assicurar la sua libreria dal contagio, non me n'avesse fatto dono.

Simpl. Io, che liberamente confesso essere stato uno de gl'ingegni comuni, e solamente da questi pochi giorni in qua, che mi è stato conceduto d'intervenire a i ragionamenti vostri, conosco di essermi alquanto sequestrato dalle strade trite e popolari, non però mi sento per ancora sollevato tanto, che le scabrosità di questa nuova fantastica opinione non mi sembrino molto ardue e difficili da superarsi.

Sal. Se quello che scrive il Gilberti è vero, non è opinione, ma suggetto di scienza; non è cosa nuova, ma antichissima quanto la Terra stessa; né potrà (essendo vera) esser aspra né difficile, ma piana ed agevolissima; ed io, quando vi piaccia, vi farò toccar con mano come voi da per voi stesso vi fate ombra, ed avete in orrore cosa che nulla tiene in sé di spaventoso, quasi piccolo fanciullo che ha paura della tregenda senza sapere di lei altro che il nome, come quella che oltre al nome non è nulla.

Simpl. Avrò piacere d'esser illuminato e tratto d'errore.

Sal. Rispondetemi dunque alle domande ch'io vi farò. E prima, ditemi se voi credete che questo nostro globo, che noi abitiamo e nominiamo *Terra*, consti di una sola e semplice materia, o pur sia un aggregato di materie diverse tra di loro.

Simpl. Io lo veggo composto di sustanze e corpi molto diversi; e prima, per le maggiori parti componenti, veggo l'acqua e la terra, sommamente tra di loro differenti.

Sal. Lasciamo da parte per ora i mari e l'altr'acque, e consideriamo le parti solide; e ditemi s'elle vi paiono tutte una cosa stessa, o pur cose diverse.

Simpl. Quanto all'apparenza, io le veggo diverse, trovandosi grandissime campagne di infeconda arena, ed altre di terreni fecondi e fruttiferi; veggonsi infinite montagne sterili ed alpestri, ripiene di duri sassi e pietre di diversissime sorte, come porfidi, alabastri, diaspri e mille e mill'altre sorte di marmi; ci sono le miniere vastissime de i metalli di tante spezie, ed in somma tante diversità di materie, che un giorno intero non basterebbe a numerarle solamente.

Sal. Ora, di tutte queste diverse materie, credete voi che nel compor questa gran massa concorrano porzioni eguali, o pur che tra tutte ce ne sia una parte che di gran lunga superi le altre e sia come materia e sustanza principale della vasta mole?

Simpl. Credo che le pietre, i marmi, i metalli, le gemme, e l'altre tante materie diverse, sieno appunto come gioie ed ornamenti esteriori e superficiali del primario globo, che in mole penso che smisuratamente superi tutte quest'altre cose.

Sal. E questa principale e vasta mole, della quale le nominate cose son quasi escrescenze ed ornamenti, di che materia credete che sia composta?

Simpl. Penso che sia il semplice, o meno impuro, elemento della terra.

Sal. Ma per *terra* che cosa intendete voi? forse questa ch'è sparsa per le campagne, la quale si rompe con le vanghe e con gli aratri, dove si seminano i grani e si piantano i frutti, e dove spontaneamente nascono boscaglie grandissime, e che in somma è l'abitazione di tutti gli animali e la matrice di tutti i vegetabili?

Simpl. Cotesta direi io che fusse la primaria sustanza di questo nostro globo.

Sal. Oh questo non pare a me che sia ben detto; perché questa terra, che si rompe, si semina, e che è fruttifera, è una parte, e ben sottile, della superficie del globo, la quale non si profonda salvo che per breve spazio, in comparazione della distanza sino al centro: e l'esperienza ci mostra che non molto si cava al basso, che si trovano materie diverse assai da questa esterior corteccia, più sode e non buone alle produzioni de i vegetabili; oltre che le parti più interne,

come premute da gravissimi pesi che a loro soprastanno, è credibile che siano costipate e dure quanto qualsivoglia durissimo scoglio. Aggiugnete a questo, che indarno sarebbe stata contribuita la fecondità a quelle materie che già mai non erano per produr frutto, ma per restare eternamente sepolte ne' profondi e tenebrosi abissi della Terra.

Simpl. E chi ci assicura che le parti più interne e vicine al centro siano infeconde? forse hanno esse ancora le lor produzioni di cose ignote a noi.

Sal. Voi, quanto qualsisia altri, potreste di ciò esser certo, come quello che ben potete comprendere, che se i corpi integranti dell'universo son prodotti solo per benefizio del genere umano, questo sopra tutti gli altri deve esser destinato a i soli comodi di noi abitatori suoi: ma qual benefizio potremo ritrarre da materie talmente a noi recondite e remote, che già mai non siamo per farcele trattabili? Non può dunque l'interna sustanza di questo nostro globo essere una materia frangibile dissipabile e nulla coerente, come questa superficiale che noi chiamiamo *terra*; ma convien che sia corpo densissimo e solidissimo, ed in somma una durissima pietra. E se ella pur debbe esser tale, qual ragione vi ha da far più renitente al creder che ella sia una calamita, che un porfido, un diaspro o altro marmo duro? Forse quando il Gilberto avesse scritto che questo globo è interiormente fatto di pietra serena o di calcidonio, il paradosso vi sarebbe parso meno esorbitante?

Simpl. Che le parti di questo globo più interne siano più compresse, e per ciò più costipate e solide, e più e più tali secondo che elle si profondan più, lo concedo, e lo concede anco Aristotile; ma che elle degenerino, e sieno altro che terra della medesima sorta che questa delle parti superficiali, non sento cosa che mi necessiti a concederlo.

Sal. Io non ho intrapreso questo ragionamento a fine di concludervi demostrativamente che la primaria e real sustanza di questo nostro globo sia calamita, ma solamente per mostrarvi, niuna ragione ritrovarsi per la quale altri deva esser più renitente a conceder che ei sia di calamita, che di qualche altra materia. E voi, se andrete ben consi-

derando, troverete, non esser improbabile che un solo puro ed arbitrario nome abbia mossi gli uomini a creder che ei sia di terra; e questo è l'essersi serviti comunemente da principio di questo nome *terra* per significar tanto quella materia che si ara e si semina, quanto per nominar questo nostro globo; la denominazion del quale se si fusse presa dalla pietra, come non meno poteva prendersi da quella che dalla terra, il dir che la sustanza primaria di esso fusse pietra non arebbe sicuramente trovato renitenza o contradizione in alcuno: e questo ha tanto più del probabile, quanto io tengo per fermo, che quando si potesse scortecciar questo gran globo, levandone un suolo grosso mille o duamila braccia, e separar poi le pietre dalla terra, molto e molto maggior sarebbe il cumulo de i sassi, che quello del terreno fecondo. Delle ragioni poi che concludentemente provino, *de facto*, questo nostro globo esser di calamita, io non ve ne ho prodotte nessuna, né questo è tempo di produrle, e massimo che con vostra comodità le potrete vedere nel Gilberto; solo, per inanimirvi a leggerlo, vi voglio esporre con certa mia similitudine il progresso che egli tiene nel suo filosofare. So che voi sapete benissimo quanto la cognizione de gli accidenti conferisca alla investigazione della sustanza ed essenza delle cose: però voglio che usiate diligenza di ben informarvi di molti accidenti e proprietà che singolarmente si trovano nella calamita, e non in altra pietra né in altro corpo, come sarebbe, per esempio, dell'attrarre il ferro, del conferirgli, solo con la sua presenza, la medesima virtù, di comunicargli parimente proprietà di riguardar verso i poli, sì come una tale ritiene ella in se medesima; ed oltre a questa, fate di veder per prova come in lei risiede virtù di conferire all'ago magnetico [31] non solamente il drizzarsi sotto un meridiano verso i poli con moto orizontale (proprietà già più tempo fa conosciuta), ma un nuovamente osservato accidente di

[31] La calamita, agendo sopra un ago magnetico sospeso, produce il fenomeno dell'inclinazione magnetica, scoperto nel 1576 da Robert Norman, che rilevò che l'ago s'inclina verso il piano dell'orizzonte con il polo nord verso il basso nell'emisfero settentrionale.

declinare (stando bilanciato sotto il meridiano già assegnato sopra una sferetta di calamita), declinar, dico, sino a' determinati segni più e meno, secondo che tal ago si terrà più o meno vicino al polo, sin che sopra l'istesso polo si pianta eretto a perpendicolo, dove che sopra le parti di mezo sta parallelo all'asse. Di più, proccurate di far prova, come risedendo la virtù di attrarre il ferro vigorosa assai più verso i poli che circa le parti di mezo, tal forma è notabilmente più gagliarda nell'uno che nell'altro polo, e questo in tutti i pezzi di calamita, il polo più gagliardo de' quali è quello che riguarda verso austro. Notate appresso, che in una piccola calamita questo polo australe, e più valoroso dell'altro, diventa più debile qualunque volta e' deva sostenere il ferro alla presenza del polo boreale di un'altra calamita assai maggiore: e per non far lungo discorso, assicuratevi con l'esperienza di queste ed altre molte proprietà descritte dal Gilberto, le quali tutte sono talmente proprie della calamita, che nessuna di loro compete a veruna altra materia. Ditemi ora, signor Simplicio: quando vi fussero proposti mille pezzi di diverse materie, ma ciascheduno coperto e rinvolto in un panno sotto il quale ei si occultasse, e vi fusse domandato che, senza scoprirgli, voi faceste opera d'indovinare da segni esteriori la materia di ciascheduno, e che, nel tentare, voi vi incontraste in uno il quale mostrasse apertamente di aver tutte le proprietà da voi già conosciute risedere nella sola calamita e non in veruna altra materia, che giudizio fareste voi dell'essenza di tal corpo? direste voi che potesse essere un pezzo d'ebano o di alabastro o di stagno?

Simpl. Direi, senza punto dubitare, che fusse un pezzo di calamita.

Sal. Quando ciò sia, dite pur risolutamente che sotto questa coverta e scorza, di terra, di pietre, di metalli, di acqua etc., si nasconde una gran calamita, poiché intorno ad essa si riconoscono, da chi di osservargli si prende cura, tutti quei medesimi accidenti che ad un verace e scoperto globo di calamita competer si scorgono: ché quando altro non si vedesse che quello dell'ago declinatorio, che, portato intorno alla Terra, più e più s'inclina con l'avvicinarsi al

polo boreale, e meno declina verso l'equinoziale, sotto il quale si riduce finalmente all'equilibrio, dovrebbe bastare a persuadere ogni più renitente giudizio. Taccio quell'altro mirabile effetto che sensatamente si vede in tutti i pezzi di calamita: de i quali a noi, abitatori dell'emisferio boreale, il polo meridionale di essa calamita è più gagliardo dell'altro, e la differenza si scorge maggiore quanto più altri si allontana dall'equinoziale; e sotto l'equinoziale amendue le parti sono di forze eguali, ma notabilmente più deboli; ma nelle regioni meridionali, lontano dall'equinoziale, si cangia natura, e quella parte che a noi era più debile, acquista vigore sopra l'altra: e tutto questo confronta con quello che veggiamo farsi da un piccol pezzetto di calamita alla presenza di un grande, la virtù del quale, prevalendo al minore, se lo rende obbediente, e secondo ch' e' si terrà di qua o di là dall'equinoziale della grande, fa le mutazioni medesime che ho detto farsi da ogni calamita portata di qua o di là dall'equinozial della Terra.

Sagr. Io rimasi persuaso alla prima lettura del libro del Gilberto; ed avendo incontrato un pezzo di calamita eccellentissima, feci per lungo tempo molte osservazioni, e tutte degne d'estrema maraviglia; ma sopra a tutte a me pare stupenda quella dell'accrescergli tanto la facultà del sostenere un ferro, con l'armarla nel modo che 'l medesimo autore insegna: ed io, con armare quel mio pezzo, gli multiplicai la forza in ottupla proporzione, e dove disarmata non sosteneva appena nove once di ferro, armata ne sosteneva più di sei libbre; e forse voi arete veduto questo medesimo pezzo nella Galleria del Serenissimo Gran Duca vostro (al quale io la cedetti), sostenente due ancorette di ferro [32].

Sal. Io molte volte la veddi, e con gran maraviglia, sin che altro assai maggior stupore mi porse un piccolo pezzetto che si ritrova in mano del nostro Accademico; il quale, non

[32] Come è noto, Giovan Francesco Sagredo compì numerose indagini di fisica sperimentale e costruì varie calamite artificiali, di cui alcune molto potenti, che da Aleppo, in Siria, dov'era console della Serenissima, inviò a Galilei per un omaggio al Granduca di Firenze.

essendo più che once sei di peso, né sostenendo disarmato altro che once dua appena, armato ne sostiene 160, sì che viene a regger 80 volte più armato che disarmato, ed a regger peso 26 volte maggiore del suo proprio: maraviglia assai maggiore di quello che aveva potuto incontrare il Gilberti, che scrive non aver potuto incontrar calamita che arrivi a sostenere il quadruplo del proprio peso.

Sagr. Gran campo di filosofare mi par che porga questa pietra a gl'intelletti umani [33]: ed io l'ho ben mille volte meco medesimo specolato, come possa esser che ella porga a quel ferro, che l'arma, forza tanto superiore alla sua propria, e finalmente non trovo cosa che mi quieti; né molto costrutto cavo da quel che circa questo particolare scrive il Gilberto. Non so se l'istesso avvenga a voi.

Sal. Io sommamente laudo ammiro ed invidio questo autore, per essergli caduto in mente concetto tanto stupendo circa a cosa maneggiata da infiniti ingegni sublimi, né da alcuno avvertita; parmi anco degno di grandissima laude per le molte nuove e vere osservazioni fatte da lui, in vergogna di tanti autori mendaci e vani, che scrivono non sol quel che sanno, ma tutto quello che senton dire dal vulgo sciocco, senza cercare di assicurarsene con esperienza, forse per non diminuire i lor libri: quello che avrei desiderato nel Gilberti, è che fusse stato un poco maggior matematico, ed in particolare ben fondato nella geometria, la pratica della quale l'avrebbe reso men risoluto nell'accettare per concludenti dimostrazioni quelle ragioni ch'ei produce per vere cause delle vere conclusioni da sé osservate; le quali ragioni (liberamente parlando) non annodano e stringono con quella forza che indubitabilmente debbon fare quelle che di conclusioni naturali, necessarie ed eterne, si possono addurre: e io non dubito che co 'l progresso del tempo si abbia a perfezionar questa nuova scienza, con altre nuove osservazioni,

[33] Si noti la corrispondenza di questa frase con l'inizio dei *Discorsi intorno a due nuove scienze.* A parte l'accostamento letterale, si può notare una comune posizione mentale, intesa a mettere in risalto il contributo dato dalle occasioni di conoscenza sperimentale alla riflessione scientifica.

e più con vere e necessarie dimostrazioni. Né per ciò deve diminuirsi la gloria del primo osservatore; né io stimo meno, anzi ammiro più assai, il primo inventor della lira (benché creder si debba che lo strumento fusse rozissimamente fabbricato, e più rozamente sonato), che cent'altri artisti che ne i conseguenti secoli tal professione ridussero a grand'esquisitezza: e parmi che molto ragionevolmente l'antichità annumerasse tra gli Dei i primi inventori dell'arti nobili, già che noi veggiamo il comune de gl'ingegni umani esser di tanta poca curiosità, e così poco curanti delle cose pellegrine e gentili, che nel vederle e sentirle esercitar da professori esquisitamente non per ciò si muovono a desiderar d'apprenderle; or pensate se cervelli di questa sorta si sariano giamai applicati a volere investigar la fabbrica della lira o all'invenzion della musica, allettati dal sibilo de i nervi secchi di una testuggine o dalle percosse di quattro martelli. L'applicarsi a grandi invenzioni, mosso da piccolissimi principii, e giudicar sotto una prima e puerile apparenza potersi contenere arti maravigliose, non è da ingegni dozinali, ma son concetti e pensieri di spiriti sopraumani. Ora, rispondendo alla vostra domanda, dico che io ancora lungamente ho pensato per ritrovar qual possa essere la cagione di questa così tenace e potente congiunzione che noi veggiamo farsi tra l'un ferro, che arma la calamita, e l'altro che a quello si congiugne: e prima mi sono assicurato che la virtù e forza della pietra non si agumenta punto per essere armata, per ciò che né attrae da maggior distanza, né meno sostiene più validamente un ferro tra 'l quale e l'armadura s'interponga una sottilissima carta, sino a una foglia d'oro battuto; anzi con tale interposizione più ferro sostiene l'ignuda che l'armata: non ci è dunque mutazione nella virtù, e pure ci è innovazione nell'effetto: e perché è necessario che di nuovo effetto nuova sia la cagione, ricercando qual novità si introduca nell'atto del sostener con l'armadura, altra mutazione non si scorge che nel diverso toccamento, ché dove prima ferro toccava calamita, ora ferro tocca ferro; adunque bisogna necessariamente concludere, i diversi toccamenti esser causa della diversità de gli

effetti. La diversità poi tra i contatti, non veggo che possa derivar da altro che dall'esser la sustanza del ferro di parti più sottili, più pure e più costipate, che quelle della calamita, che son più grosse, men pure e più rare; dal che ne segue, che le superficie de' due ferri che s'hanno da toccare, mentre sieno esquisitamente spianate forbite e lustrate, tanto esattamente si congiungono, che tutti gl'infiniti punti dell'una si incontrano con gl'infiniti dell'altra, sì che i filamenti (per così dire) che collegano i due ferri, sono molti più di quelli che collegano calamita con ferro, per esser la sustanza della calamita più porosa e men sincera, che fa che non tutti i punti e filamenti della superficie del ferro trovino nella superficie della calamita riscontri con chi unirsi. Che poi la sustanza del ferro (e massimo del ben purificato, qual è l'acciaio finissimo) sia di parti grandemente più dense sottili e pure che la materia della calamita, si vede dal potersi ridurre il suo taglio ad una sottigliezza estrema, qual è il taglio del rasoio, alla quale mai non si condurrebbe a gran segno quel d'un pezzo di calamita. L'impurità poi della calamita, e l'esser mescolata con altre qualità di pietre, prima sensatamente si scorge dal colore di alcune macchiette, per lo più biancheggianti, e poi dal presentargli un ago pendente da un filo, il quale sopra tali pietruzze non si può posare, ma, attratto dalle parti circonfuse, par che sfugga quelle e salti sopra la calamita contigue ad esse; e come alcune di tali parti eterogenee son per la grandezza loro molto visibili, così possiamo credere altre in gran copia, per la lor piccolezza incospicue, esserne disseminate per tutta la massa. Confermasi quanto io dico (cioè che la moltitudine de' toccamenti che si fanno tra ferro e ferro è causa del tanto saldo congiugnimento) da una esperienza: la qual è, che se noi presenteremo l'aguzza punta d'un ago all'armatura della calamita, non più validamente se gli attaccherà che alla medesima ignuda; il che da altro non può derivare che dall'esser i due toccamenti eguali, cioè amendue di un sol punto. Ma che più? prendasi un ago e pongasi sopra la calamita sì che una delle sue estremità sporga alquanto infuori, ed a quella si appresenti un chiodo, al quale subito l'ago si

attaccherà, in maniera che ritirando in dietro il chiodo, l'ago si ridurrà sospeso, ed attaccato con le sua estremità alla calamita ed al ferro, e ritirando ancora più il chiodo, staccherà l'ago dalla calamita, se però la cruna dell'ago sarà unita al chiodo e la punta alla calamita; ma se la cruna sarà verso la calamita, nel rimuovere il chiodo l'ago resterà attaccato con la calamita, e questo (per mio giudizio) non per altro, se non che, per esser l'ago più grosso verso la cruna, tocca in molti più punti che non fa l'acutissima punta.

Sagr. Tutto il discorso mi è parso molto concludente, e quest'esperienze dell'ago me lo rendon di poco inferiore a una dimostrazion matematica: ed ingenuamente confesso di non avere in tutta la filosofia magnetica sentito o letto altrettanto, che con simil efficacia renda ragione di alcun altro de' suoi tanti maravigliosi accidenti; de i quali se avessimo le cause con tanta chiarezza spiegate, non so qual più suave cibo potesse desiderare l'intelletto nostro.

Sal. Nell'investigar le ragioni delle conclusioni a noi ignote, bisogna aver ventura d'indirizzar da principio il discorso verso la strada del vero; per la quale quando altri si incammina, agevolmente accade che s'incontrino altre ed altre proposizioni conosciute per vere, o per discorsi o per esperienze, dalla certezza delle quali la verità della nostra acquisti forza ed evidenza, come appunto è accaduto a me del presente problema: del quale volendo io con qualche altro riscontro assicurarmi se la ragione da me investigata fusse vera, cioè che la sustanza della calamita fusse veramente assai men continuata che quella del ferro o dell'acciaio, feci, da quei maestri che lavorano nella Galleria del Gran Duca mio Signore, spianare una faccia di quel medesimo pezzo di calamita che già fu vostro, e poi quanto più fu possibile pulire e lustrare; dove con mio contento toccai con mano quel ch'io cercavo. Imperocché si scopersero molte macchie di color diverso dal resto, ma splendide e lustre quanto qualsivoglia più densa pietra dura; il resto del campo era pulito, ma al tatto solamente, non essendo punto lustrante, anzi come la caligine annebbiato: e questa era la sustanza della calamita; e la splendida, di altre pietre me-

scolate tra quella, sì come sensatamente si conosceva dall'accostar la faccia spianata sopra limatura di ferro, la quale in gran copia saltava alla calamita, ma né pure una sola stilla alle dette macchie; le quali erano molte; alcune, grandi quanto la quarta parte di un'ugna; altre, alquanto minori; moltissime poi le piccole; e le appena visibili, quasi che innumerabili. Onde io mi assicurai, verissimo essere stato il mio concetto, quando prima giudicai dover la sustanza della calamita esser non fissa e serrata, ma porosa o per meglio dire spugnosa, ma con questa differenza, che dove la spugna nelle sue cavità e cellule contiene aria o acqua, la calamita ha le sue ripiene di pietra durissima e grave, come ci dimostra l'esquisito lustro che esse ricevono: onde, come da principio dissi, applicando la superficie del ferro alla superficie della calamita, le minime particelle del ferro, benché continuatissime forse più di quelle di qualsivoglia altro corpo (sì come ci mostra il lustrarsi egli più di qualsivoglia altra materia), non tutte, anzi poche, incontrano sincera calamita, ed essendo pochi i contatti, debile è l'attaccamento; ma perché l'armadura della calamita, oltre al toccar gran parte della sua superficie, si veste anco della virtù delle parti vicine, ancorché non tocche, essendo esattamente spianata quella sua faccia alla quale si applica l'altra, pur similmente bene spianata, del ferro da esser sostenuto, il toccamento si fa di innumerabili minime particelle, se non forse de gl'infiniti punti di amendue le superficie, per lo che l'attaccamento ne riesce gagliardissimo. Questa osservazione, di spianar le superficie de i ferri che si hanno a toccare, non fu avvertita dal Gilberti; anzi egli fa i ferri colmi, sì che piccolo è il lor contatto, onde avviene che minor assai sia la tenacità con la quale essi ferri si attaccano.

Sagr. Resto dall'assegnata ragione, come dissi pur ora, poco meno appagato che se ella fusse una pura dimostrazion geometrica; e perché si tratta di problema fisico, stimo che anco il signor Simplicio si troverà sodisfatto, per quanto comporta la scienza naturale, nella quale ei sa che non si deve ricercar la geometrica evidenza.

Simpl. Parmi veramente che il signor Salviati con bel circuito di parole abbia sì chiaramente spiegata la causa di quest'effetto, che qualsivoglia mediocre ingegno, ancorché non scienziato, ne potrebbe restar capace: ma noi, contenendoci dentro a' termini dell'arte, riduchiamo la causa di questi e simili altri effetti naturali alla simpatia, che è certa convenienza e scambievole appetito che nasce tra le cose che sono tra di loro simiglianti di qualità: sì come, all'incontro, quell'odio e nimicizia, per la quale altre cose naturalmente si fuggono e si hanno in orrore, noi addimandiamo antipatia.

Sagr. E così con questi due nomi si vengono a render ragioni di un numero grande di accidenti ed effetti, che noi veggiamo, non senza maraviglia, prodursi in natura. Ma questo modo di filosofare mi par che abbia gran simpatia con certa maniera di dipignere che aveva un amico mio, il quale sopra la tela scriveva con gesso: « Qui voglio che sia il fonte, con Diana e sue ninfe; qua, alcuni levrieri: in questo canto voglio che sia un cacciatore, con testa di cervio; il resto, campagna, bosco e collinette »; il rimanente poi lasciava con colori figurare al pittore; e così si persuadeva d'aver egli stesso dipinto il caso d'Atteone, non ci avendo messo di suo altro che i nomi. Ma dove ci siamo condotti con sì lunga digressione, contro alle nostre già stabilite costituzioni? Quasi mi è uscito di mente qual fusse la materia che trattavano allora che deviammo in questo magnetico discorso; e pure avevo per la mente non so che da dire in quel proposito.

Sal. Eramo su 'l dimostrare, quel terzo moto attribuito dal Copernico alla Terra non esser altrimenti un movimento, ma una quiete, ed un mantenersi immutabilmente diretta con sue determinate parti verso le medesime e determinate parti dell'universo, cioè un conservar perpetuamente l'asse della sua diurna revoluzione parallelo a se stesso e riguardante verso tali stelle fisse: il qual costantissimo stato dicevamo competer naturalmente ad ogni corpo librato e sospeso in un mezo fluido e cedente, che, benché portato in volta, non mutava direzione rispetto alle cose esterne, ma pareva solamente girare in se stesso rispetto a quello che lo portava

ed al vaso nel quale era portato. Aggiugnemmo poi, a questo semplice e naturale accidente, la virtù magnetica, per la quale il globo terrestre tanto più saldamente poteva contenersi immutabile, etc.

Sagr. Già mi sovvien del tutto: e quel che allora mi passava per la mente, e che volevo produrre, era certa considerazione intorno alla difficultà e instanza del signor Simplicio, la quale egli promoveva contro alla mobilità della Terra, presa dalla multiplicità de' moti, impossibile ad attribuirsi ad un corpo semplice, del quale, in dottrina d'Aristotile, un solo e semplice movimento può esser naturale; e quello ch'io volevo mettere in considerazione, era appunto la calamita, alla quale noi sensatamente veggiamo competer naturalmente tre movimenti: l'uno, verso il centro della Terra, come grave; il secondo è il moto circolare orizontale, per il quale restituisce e conserva il suo asse verso determinate parti dell'universo; il terzo è questo, nuovamente scoperto dal Gilberto, d'inclinar il suo asse, stante nel piano di un meridiano, verso la superficie della Terra, e questo più e meno secondo che ella sarà distante dall'equinoziale, sotto 'l quale resta parallelo all'asse della Terra. Oltre a questi tre, non è forse improbabile che possa averne un quarto, di rigirarsi intorno al proprio asse, qualunque volta ella fusse librata e sospesa in aria o altro mezo fluido e cedente, sì che tutti gli esterni ed accidentarii impedimenti fussero tolti via; ed a questo pensiero mostra di applaudere ancora l'istesso Gilberto. Talché, signor Simplicio, vedete quanto resti titubante l'assioma d'Aristotile.

Simpl. Questo non solo non va a ferire il pronunziato, ma né pure è drizzato alla sua volta, avvenga che egli parli d'un corpo semplice e di quello che ad esso possa naturalmente convenire, e voi opponete ciò che avviene ad un misto; né dite cosa nuova in dottrina d'Aristotile, perché egli ancora concede a i misti moto composto etc.

Sagr. Fermate un poco, signor Simplicio, e rispondetemi all'interrogazioni ch'io vi farò. Voi dite che la calamita non è corpo semplice, ma è un misto: ora io vi domando quali sono i corpi semplici che si mescolano nel compor la calamita.

Simpl. Io non vi saprò dire gl'ingredienti né la dose precisamente, ma basta che sono corpi elementari.

Sagr. Tanto basta a me ancora. E di questi corpi semplici elementari quali sono i moti loro naturali?

Simpl. Sono i due semplici retti, *sursum et deorsum.*

Sagr. Ditemi appresso: credete voi che 'l moto che resterà naturale di tal corpo misto debba essere uno che possa risultare dal componimento de i due moti semplice naturali de i corpi semplici componenti, o pur che possa esser anco un moto impossibile a comporsi di quelli?

Simpl. Credo che si moverà del moto risultante dal componimento de' moti de' corpi semplici componenti, e che d'un moto impossibile a comporsi di questi impossibil sia che si possa muovere.

Sagr. Ma, signor Simplicio, con due moti retti semplici voi non comporrete mai un moto circolare, quali sono li due o i tre circolari diversi che ha la calamita. Vedete dunque in quali angustie conducono i mal fondati principii, o per dir meglio, le mal tirate consequenze da principii buoni: che adesso sete costretto a dire che la calamita sia un misto composto di sustanze elementari e di celesti, se volete mantenere che 'l moto retto sia solo de gli elementi, e 'l circolare de' corpi celesti. Però, se volete più sicuramente filosofare, dite che de' corpi integranti dell'universo, quelli che son per natura mobili, si muovon tutti circolarmente, e che però la calamita, come parte della verace primaria ed integral sustanza del nostro globo, ritien della medesima natura; ed accorgetevi con questa fallacia, che voi chiamate corpo misto la calamita, e corpo semplice il globo terrestre, il quale si vede sensatamente centomila volte più composto, poiché, oltre il contenere mille e mille materie tra sé diversissime, contien egli gran copia di questa che voi chiamate mista, dico della calamita. Questo mi pare il medesimo, che se altri chiamasse il pane corpo misto, e corpo semplice l'ogliopotrida, nella quale entrasse anco non piccola quantità di pane, oltre a cento diversi companatici. Mirabil cosa mi sembra invero, tra l'altre, questa de i Peripatetici, li quali concedono (né posson negarlo) che il nostro globo

terrestre sia *de facto* un composto di infinite materie diverse; concedono appresso, de i corpi composti il moto dovere esser composto; i moti che si posson comporre sono il retto e 'l circolare, atteso che i due retti, per esser contrarii, sono incompatibili tra di loro; affermano, l'elemento puro della terra non si ritrovare; confessano che ella non si è mossa già mai di verun movimento locale: e poi voglion porre in natura quel corpo che non si trova, e farlo mobile di quel moto che mai non ha egli esercitato né mai è per esercitare; ed a quel corpo che è ed è stato sempre, negano quel moto che prima concedettero dovergli naturalmente convenire.

Sal. Di grazia, signor Sagredo, non ci affatichiam più in questi particolari, e massime che voi sapete che il fin nostro non è stato di determinar risolutamente o accettar per vera questa o quella opinione, ma solo di propor per nostro gusto quelle ragioni e risposte che per l'una e per l'altra parte si possono addurre; e il signor Simplicio risponde questo in riscatto de' suoi Peripatetici: però lasciamone il giudizio in pendente, e la determinazione in mano di chi ne sa più di noi. E perché mi pare che assai a lungo si sia in questi tre giorni discorso circa il sistema dell'universo, sarà ormai tempo che venghiamo all'accidente massimo, dal quale presero origine i nostri ragionamenti: parlo del flusso e reflusso del mare, la cagione del quale pare che assai probabilmente si possa referire a i movimenti della Terra: ma ciò, quando vi piaccia, riserberemo al seguente giorno. In tanto, per non me lo scordare, voglio dirvi certo particolare, al quale non vorrei che il Gilberto avesse prestato orecchio; dico dell'ammettere che quando una piccola sferetta di calamita potesse esattamente librarsi, ella fusse per girare in se stessa: perchè nissuna ragione vi è per la quale ella ciò far dovesse. Imperocché, se tutto il globo terrestre ha da natura di volgersi intorno al proprio centro in ventiquatt'ore, e ciò aver debbono ancora tutte le sue parti, dico di girare, insieme co 'l suo tutto, intorno al centro di quello in ventiquattr'ore, già effettivamente l'hann'elleno mentre, stando sopra la Terra, vanno insieme con essa in volta; e l'assegnar loro un rivolgimento intorno al proprio centro

sarebbe un attribuirgli un secondo movimento, molto diverso dal primo, perchè così ne averebbero due, cioè il rivolgersi in ventiquattr'ore intorno al centro del suo tutto, ed il girare intorno al suo proprio: or questo secondo è arbitrario, né vi è ragione alcuna d'introdurlo. Se nello staccarsi un pezzo di calamita da tutta la massa naturale se gli togliesse il seguirla, come faceva mentre gli era congiunto, sì che così restasse privo del rigirare intorno al centro universale del globo terrestre, potrebbe per avventura con qualche maggior probabilità credere alcuno che quello fusse per appropriarsi una nuova vertigine circa 'l suo particolar centro; ma se esso, non meno separato che congiunto, continua pur tuttavia il suo primo eterno e natural corso, a che volere addossargliene un altro nuovo?

Sagr. Intendo benissimo, e ciò mi fa sovvenire d'un discorso assai simile a questo, nell'esser vano, posto da certi scrittori di sfera, e credo, se ben mi ricordo, tra gli altri dal Sacrobosco: il quale, per dimostrar come l'elemento dell'acqua si figura, insieme con la Terra, di superficie sferica, onde di amendue si costituisce questo nostro globo, scrive, di ciò esser concludente argomento il veder le minute particelle dell'acqua figurarsi in forma rotonda, come nelle gocciole nella rugiada e sopra le foglie di molte erbe giornalmente si vede, e perché, conforme al trito assioma « La medesima ragione è del tutto che delle parti », appetendo le parti cotal figura, è necessario che la medesima sia propria di tutto l'elemento. Ed invero mi par cosa assai sconcia che questi tali non si accorgano di una pur troppo patente leggerezza, e non considerino che quando il discorso loro fusse retto, converrebbe che non solo le minute stille, ma che qualsivoglia maggior quantità d'acqua, separata da tutto l'elemento, si riducesse in una palla, il che non si vede altrimenti: ma ben si può veder co 'l senso, e intender con l'intelletto, che amando l'elemento dell'acqua di figurarsi in forma sferica intorno al comun centro di gravità, al quale tendono tutti i gravi (che è il centro del globo terrestre), in ciò vien egli seguito da tutte le sue parti, conforme all'assioma; sì che tutte le superficie de i mari, de i laghi, de

gli stagni, ed in somma di tutte le parti dell'acque contenute dentro a vasi, si distendono in figura sferica, ma di quella che per centro ha il centro del globo terrestre, e non fanno sfere particolari di lor medesime.

Sal. L'errore è veramente puerile, e quando non fusse d'altri che del Sacrobosco, facilmente glie lo ammetterei; ma l'averlo a perdonare anco a suoi comentatori ed ad altri grand'uomini, e sino a Tolomeo stesso, non posso farlo senza qualche rossore per la reputazione loro. Ma è tempo di pigliar licenza, send'or mai l'ora tarda, per esser domani al solito per l'ultima conclusione di tutti i passati ragionamenti.

GIORNATA QUARTA [1]

Sagr. Non so se il ritorno vostro a i soliti ragionamenti sia realmente stato più tardo del consueto, o pur se 'l desiderio di sentire i pensieri del signor Salviati intorno a materia tanto curiosa me l'abbia fatto parer tale. Mi sono per una grossa ora trattenuto alla finestra, aspettando di momento in momento di vedere spuntar la gondola, che avevo mandato a levarvi.

Sal. Credo veramente che l'imaginazion vostra, più che la nostra tardanza, abbia allungato il tempo; e per non lo prolungar più, sarà bene che, senza interporre altre parole, venghiamo al fatto, e mostriamo come la natura ha permesso (o sia che la cosa *in rei veritate* stia così, o pur per ischerzo e quasi per pigliarsi giuoco de' nostri ghiribizzi), ha, dico, permesso, che i movimenti, per ogni altro rispetto

[1] Galilei aveva riservato per quest'ultima giornata l'argomento che per lui costituiva la prova decisiva a favore della mobilità della Terra, e cioè la sua interpretazione del fenomeno delle maree sulla base di rilievi puramente meccanici. Fin dal 1616 egli aveva esposto questa sua teoria nel *Discorso del flusso e riflusso del mare* indirizzato, sotto forma di lettera, al cardinale Orsini; questa teoria si fonda sul convincimento che il movimento del globo terrestre produca ondeggiamenti delle acque, così come avviene in un catino d'acqua portato in giro, dove per il combinarsi alterno del senso del movimento delle acque e del senso dello spostamento del recipiente, le acque si alzano e poi s'abbassano. Galilei ricorse a questa spiegazione delle maree anche perché non voleva ammettere alcuna influenza dell'attrazione lunare sulle acque marine, spiegazione che gli pareva una non ammissibile concessione alle credenze astrologiche e comunque contraria a tutta l'impostazione meccanicistica della sua scienza naturale.

che per sodisfare al flusso e reflusso del mare, attribuiti gran tempo fa alla Terra, si trovino ora tanto aggiustatamente servire alla causa di quello, e come vicendevolmente il medesimo flusso e reflusso comparisca a confermare la terrestre nobiltà: gli indizii della quale sin d'ora si son presi dalle apparenze celesti, essendo che delle cose che accaggiono in Terra, nessuna era potente a stabilir più questa che quella sentenza, sì come a lungo abbiamo già esaminato, con mostrare che tutti gli accidenti terreni, per i quali comunemente si tiene la stabilità della Terra e mobilità del Sole e del firmamento, devono apparire a noi farsi sotto le medesime sembianze posta la mobilità della Terra e fermezza di quelli; il solo elemento dell'acqua, come quello che è vastissimo e che non è annesso e concatenato al globo terrestre, come sono tutte l'altre sue parti solide, anzi che per la sua fluidezza resta in parte *sui iuris* e libero, rimane, tra le cose sullunari, nel quale noi possiamo riconoscere qualche vestigio ed indizio di quel che faccia la Terra in quanto al moto o alla quiete. Io, doppo aver più e più volte meco medesimo esaminati gli effetti ed accidenti, parte veduti e parte intesi da altri, che ne i movimenti dell'acqua si osservano, e più lette e sentite le gran vanità prodotte da molti per cause di tali accidenti, mi son quasi sentito non leggiermente tirare ad ammettere queste due conclusioni (fatti però i presupposti necessari): che quando il globo terrestre sia immobile, non si possa naturalmente fare il flusso e reflusso del mare; e che quando al medesimo globo si conferiscano i movimenti già assegnatili, è necessario che il mare soggiaccia al flusso e reflusso, conforme a tutto quello che in esso viene osservato.

Sagr. La proposizione è grandissima, sì per se stessa, sì per quello ch'ella si tira in conseguenza; onde io tanto più attentamente ne starò a sentire la dichiarazione e confermazione.

Sal. Perché nelle questioni naturali, delle quali questa, che abbiamo alle mani, ne è una, la cognizione de gli effetti è quella che ci conduce all'investigazione e ritrovamento delle cause, e senza quella il nostro sarebbe un camminare

alla cieca, anzi più incerto, poiché non sapremmo dove riuscir ci volessimo, che i ciechi almeno sanno dove e' vorrebber prevenire; però innanzi a tutte l'altre cose è necessaria la cognizione de gli effetti de' quali ricerchiamo le cagioni: de' quali effetti voi, signor Sagredo, e più abbondantemente e più sicuramente dovete esser informato che io non sono, come quello che, oltre all'esser nato e per lungo tempo dimorato in Venezia, dove i flussi e reflussi sono molto notabili per la lor grandezza, avete ancora navigato in Soria, e, come ingegno svegliato e curioso, dovete aver fatte molte osservazioni; dove che a me, che solamente ho potuto osservare per qualche tempo, benché breve, quello che accade qui in quest'estremità del golfo Adriatico e nel nostro mar di sotto, intorno alle spiagge del Tirreno, conviene di molte cose starmene alle relazioni di altri, le quali, essendo per lo più non ben concordi, e per conseguenza assai incerte, confusione più tosto che confermazione possono arrecare alle nostre specolazioni. Tuttavia da quelle che aviamo sicure, e che sono anco le principali, parmi di poter pervenire al ritrovamento delle vere cause e primarie; non mi arrogando di potere addur tutte le ragioni proprie ed adequate di quelli effetti che mi giugnesser nuovi, e che in conseguenza io non potessi avervi pensato sopra. E quello che io son per dire, lo propongo solamente come una chiave che apra la porta di una strada non mai più calpestata da altri, con ferma speranza che ingegni più specolativi del mio siano per allargarsi e penetrar più oltre assai di quello che avrò fatto io in questa mia prima scoperta: ed ancor che in altri mari, da noi remoti, possano accadere de gli accidenti che nel nostro Mediterraneo non accaggiono, non per questo resterá di esser vera la ragione e la causa ch'io produrrò [2], tuttavoltaché ella si verifichi e pienamente sodisfaccia a gli accidenti che seguono nel mar nostro; perchè finalmente una sola ha da esser la vera e primaria causa de gli effetti che son del medesimo genere. Dirò dunque l'istoria de gli effetti

[2] Cfr. al riguardo la lettera al Buonamici del 1629, vol. I, pp. 929-32.

ch'io so esser veri, e assegneronne la cagione da me creduta vera; e voi altri, signori, ne produrrete de gli altri noti a voi, oltre a i miei, e poi faremo prova se la causa da me addotta possa a quelli ancora sodisfare.

Dico dunque, tre esser i periodi che si osservano ne i flussi e reflussi dell'acque marine. Il primo e principale è questo grande e notissimo, cioè il diurno, secondo il quale con intervalli di alcune ore l'acque si alzano e si abbassano; e questi intervalli sono per lo più nel Mediterraneo di 6 in 6 ore in circa, cioè per 6 ore alzano e per altre 6 abbassano. Il secondo periodo è mestruo, e par che tragga origine dal moto della Luna; non che ella introduca altri movimenti, ma solamente altera la grandezza de i già detti, con differenza notabile secondo che ella sarà piena o scema o alla quadratura co 'l Sole. Il terzo periodo è annuo, e mostra depender dal Sole, alterando pur solamente i movimenti diurni, con rendergli, ne' tempi de' solstizii, diversi, quanto alla grandezza, da quel che sono ne gli equinozii.

Parleremo prima del periodo diurno, come quello che è il principale, e sopra 'l quale par che secondariamente esercitino loro azione la Luna e 'l Sole, con loro mestrue ed annue alterazioni. Tre diversità si osservano in queste mutazioni orarie: imperocché in alcuni luoghi le acque si alzano ed abbassano, senza far moto progressivo; in altri, senza alzarsi né abbassarsi, si muovono or verso levante ed or ricorrono verso ponente; ed in altri variano l'altezze e variano il corso ancora, come accade qui in Venezia, dove l'acque entrando alzano, e nell'uscire abbassano: e questo fanno nell'estremità delle lunghezze de i golfi che si distendono da occidente in oriente e terminano in ispiagge, sopra le quali l'acqua nell'alzarsi ha campo di potersi spargere; che quando il corso gli fusse intercetto da montagne o argini molto rilevati, quivi si alzerebbero ed abbasserebbero senza moto progressivo. Corrono poi e ricorrono, senza mutare altezza, nelle parti di mezzo, come accade notabilissimamente nel Faro di Messina tra Scilla e Cariddi, dove le correnti, per la strettezza del canale, sono velocissime; ma ne i mari più aperti e intorno all'isole di mezo, come sono

le Baleariche, la Corsica, la Sardigna, l'Elba, la Sicilia verso la parte di Affrica, Malta, Candia etc., le mutazioni di altezza sono piccolissime, ma ben notabili le correnti, e massime dove il mare tra l'isole, o tra esse e 'l continente, si restringe.

Ora, questi soli effetti veraci e certi, quando altro non si vedesse, parmi che assai probabilmente persuadano, a chiunque voglia star dentro a i termini naturali, a conceder la mobilità della Terra; imperocché ritener fermo il vaso del Mediterraneo, e far che l'acqua, che in esso si contiene, faccia questo che fa, supera la mia immaginazione, e forse quella di ogn'altro che oltre alla scorza s'interneràá in tale specolazione.

Simpl. Questi accidenti, signor Salviati, non cominciano adesso; sono antichissimi, e stati osservati da infiniti, e molti si sono ingegnati di renderne chi una e chi un'altra ragione; e non è molte miglia lontano di qui un gran Peripatetico, che ne adduce una causa nuovamente espiscata da certo testo di Aristotele, non bene avvertito da' suoi interpreti, dal qual testo ei raccoglie, la vera causa di questi movimenti non derivar d'altronde che dalle diverse profondità de' mari: imperocché l'acque delle più alte profondità, essendo maggiori in copia, e per ciò più gravi, discacciano l'acque de' minor fondi, le quali poi, sollevate, voglion descendere; e da questo continuo combattimento deriva il flusso e reflusso. Quelli poi che referiscon ciò alla Luna, son molti, dicendo che ella ha particolar dominio sopra l'acqua; ed ultimamente certo prelato [3] ha pubblicato un trattatello, dove dice che la Luna, vagando per il cielo, attrae e solleva verso di sé un cumulo d'acqua, il quale la va continuamente seguitando, sì che il mare alto è sempre in quella parte che soggiace alla Luna; e perché quando essa è sotto l'orizzonte,

[3] Marcantonio de Dominis, vescovo di Spalato, autore dell'*Euripus seu de fluxu et refluxu maris sententia* (Roma, 1624); questo prelato, a séguito della vertenza tra Venezia e la Santa Sede che vide al centro della disputa fra Paolo Sarpi, ripudiò il cattolicesimo e si rifugiò in Inghilterra; ma nel 1622 ritornò in Italia e accettò nuovamente la fede cattolica.

pur tuttavia ritorna l'alzamento, dice che non si può dir altro, per salvar tal effetto, se non che la Luna non solo ritiene in sé naturalmente questa facultà, ma in questo caso ha possanza di conferirla a quel grado del zodiaco, che gli è opposto. Altri, come credo che sappiate, dicono pur che la Luna ha possanza, co 'l suo temperato calore, di rarefar l'acqua, la quale, rarefatta, viene a sollevarsi. Non ci è mancato anco chi...

Sagr. Di grazia, signor Simplicio, non ce ne riferite più, ché non mi pare che metta conto di consumare il tempo nel referirle, né meno le parole per confutarle; e voi, quando ad alcuna di queste o simili leggerezze prestate l'assenso, fareste torto al vostro giudizio, che pur lo conosciamo per molto purgato.

Sal. Io, che sono un poco più flemmatico di voi, signor Sagredo, spenderò pur cinquanta parole in grazia del signor Simplicio, se forse egli stimasse, nelle cose da lui raccontate ritrovarsi qualche probabilità. Dico per tanto: L'acque, signor Simplicio, che hanno più alta la loro superficie esteriore, discacciano quelle che gli sono inferiori e più basse; ma ciò non fanno già le più alte di profondità; e le più alte, scacciate che hanno le più basse, in breve si quietano e si librano. Bisogna che questo vostro Peripatetico creda che tutti i laghi del mondo che stanno in quiete, e tutti i mari dove il flusso e reflusso è insensibile, abbiano letti loro egualissimi; ed io era sì semplice, che mi persuadevo che, quando altro scandaglio non ci fusse, l'isole, che sopravanzavano sopra l'acque, fussero assai manifesto indizio dell'inegualità de i fondi. A quel prelato potreste dire che la Luna scorre ogni giorno sopra tutto 'l Mediterraneo, né però si sollevano le acque salvo che nelle sue estremità orientali e qui a noi in Venezia. A quelli del calor temperato, potente a far rigonfiar l'acqua, dite che pongano il fuoco sotto di una caldaia piena d'acqua, e che vi tengan dentro la man destra sin che l'acqua per il caldo si sollevi un sol dito, e poi la cavino ,e scrivano del rigonfiamento del mare; o dimandategli almeno che vi insegnino come fa la

Luna a rarefar certa parte dell'acque e non il rimanente, come dir queste qui di Venezia, e non quelle d'Ancona, di Napoli o di Genova. È forza dire che g'ingegni poetici sieno di due spezie: alcuni, destri ed atti ad inventar le favole; ed altri, disposti ed accomodati a crederle.

Simpl. Io non penso che alcuno creda le favole mentre che per tali le conosce: e delle opinioni intorno alle cagioni del flusso e reflusso, che son molte, perchè so che di un effetto una sola è la cagione primaria e vera, intendo benissimo e son sicuro che una sola al più potrebbe esser vera, ma tutto il resto so che son favolose e false; e forse anco la vera non è tra quelle che sin ora son state prodotte: anzi così credo esser veramente, perché gran cosa sarebbe che 'l vero potesse aver sì poco di luce, che nulla apparisse tra le tenebre di tanti falsi. Ma dirò bene, con quella libertà che tra noi è permessa, che l'introdurre il moto della Terra e farlo cagione del flusso e reflusso mi sembra sin ora un concetto non men favoloso di quanti altri io me n'abbia sentiti; e quando non mi fusser porte ragioni più conformi alle cose naturali, senza veruna repugnanza passerei a credere, questo essere un effetto sopra naturale, e per ciò miracoloso e imperscrutabile da gl'intelletti umani, come infiniti altri ce ne sono, dependenti immediatamente dalla mano onnipotente di Dio.

Sal. Voi discorrete molto prudentemente, e conforme anco alla dottrina d'Aristotile, che sapete come nel principio delle sue Quistioni Meccaniche attribuisce a miracolo le cose delle quali le cagioni sono occulte: ma che la causa vera del flusso e reflusso sia delle impenetrabili, non credo che ne abbiate indizio maggiore che il vedere come, tra tutte quelle che sin qui sono state prodotte per vere cagioni, nessuna ve ne è con la quale, per qualunque artifizio si adoperi, si possa rappresentar da noi un simile effetto; attesoché né con lume di Luna o di Sole, né con caldi temperati, né con diverse profondità, mai non si farà artifiziosamente correre e ricorrere, alzarsi ed abbassarsi, in un luogo sì ed in altri no, l'acqua contenuta in un vaso immobile. Ma se co 'l far

muovere il vaso, senza artifizio nessuno, anzi semplicissimamente, io vi posso rappresentar puntualmente tutte quelle mutazioni che si osservano nell'acque marine, perché volete voi ricusar questa cagione e ricorrere al miracolo?

Simpl. Voglio ricorrere al miracolo se voi con altre cause naturali che co 'l moto de i vasi dell'acque marine non me ne rimovete, perchè so che tali vasi non si muovono, essendo che tutto l'intero globo terrestre è naturalmente immobile.

Sal. Ma non credete voi che il globo terrestre potesse sopranaturalmente, cioè per l'assoluta potenza di Dio, farsi mobile?

Simpl. E chi ne dubita?

Sal. Adunque, signor Simplicio, già che per fare il flusso e reflusso del mare ci è bisogno d'introdurre il miracolo, facciamo miracolosamente muover la Terra, al moto della quale si muova poi naturalmente il mare: e questa operazione sarà anco tanto più semplice, e dirò naturale, tra le miracolose, quanto il far muovere in giro un globo, de' quali ne veggiamo tanti altri muoversi, è men difficile che 'l fare andar innanzi e in dietro, dove più velocemente e dove meno, alzarsi ed abbassarsi, dove più e dove meno e dove niente, una immensa mole d'acqua, e tutte queste diversità farle nell'istesso vaso che la contiene; oltre che questi son molti miracoli diversi, e quello è un solo. Ed aggiugnete di più, che 'l miracolo del far muovere l'acqua se ne tira un altro in conseguenza, che è il ritener ferma la Terra contro a gli impulsi dell'acqua, potenti a farla vacillare or verso questa or verso quella parte, quando miracolosamente non venga ritenuta.

Sagr. Di grazia, signor Simplicio, sospendiam per un poco il nostro giudizio circa il sentenziar per vana la nuova opinione che ci vuol esplicare il signor Salviati, e non la mettiamo così presto in mazzo con le vecchie ridicolose; e quanto al miracolo, ricorriamovi parimente doppo che avremo sentito i discorsi contenuti dentro a i termini naturali; se

ben, per dire il mio senso, a me si rappresentano miracolose tutte l'opere della natura e di Dio.[4]

Sal. Ed io stimo il medesimo; né il dire che la cagion naturale del flusso e reflusso sia il movimento della Terra, toglie che questa sia operazion miracolosa. Ora, ripigliando il nostro ragionamento, replico e raffermo, esser sin ora ignoto come possa essere che l'acque contenute dentro al nostro seno Mediterraneo facciano quei movimenti che far se gli veggono, tuttavoltaché l'istesso seno e vaso contenente resti immobile; e quello che fa la difficultà, e rende questa materia inestricabile, sono le cose che dirò appresso, e che giornalmente si osservano. Però notate.

Siamo qui in Venezia, dove ora sono l'acque basse, ed il mar quieto e l'aria tranquilla: comincia l'acqua ad alzarsi, ed in termine di 5 o 6 ore ricresce dieci palmi e più: tale alzamento non è fatto dalla prima acqua, che si sia rarefatta, ma è fatto per acqua nuovamente venutaci, acqua della medesima sorte che era la prima, della medesima salsedine, della medesima densità, del medesimo peso: i navilii, signor Simplicio, vi galleggiano come nella prima, senza demergersi un capello di più; un barile di questa seconda non pesa un sol grano più né meno che altrettanta quantità dell'altra; ritiene la medesima freddezza, non punto alterata: è in somma acqua nuovamente e visibilmente entrata per i tagli e bocche del Lio. Trovatemi ora voi come e donde ell'è qua venuta. Son forse qui intorno voragini o meati nel fondo del mare, per le quali la Terra attragga e rinfonda l'acqua, respirando quasi immensa e smisurata balena? Ma se questo è, come nello spazio di 6 ore non si alza l'acqua parimenti in Ancona, in Ragugia, in Corfù, dove il ricrescimento è piccolissimo e forse inosservabile? chi ritroverà modo di infondere nuova acqua in un vaso immobile, e far che solamente in una determinata parte di esso ella si alzi

[4] Si veda la lettera del 21 dicembre 1613 al Castelli (vol. I, pp. 525 segg.): accettando l'intuizione francescana della natura come miracolosa opera della volontà divina, Galilei assegna al linguaggio scientifico la funzione di esprimere l'ordine da Dio imposto alla natura all'atto della creazione.

ed altrove no? Direte forse, questa nuova acqua venirgli prestata dall'Oceano, porgendogliela per lo stretto di Gibilterra? questo non torrà difficoltà già dette, ed archeranne delle maggiori. E prima, ditemi qual deva essere il corso di quell'acqua, che, entrando per lo stretto, si conduca in 6 ore sino all'estreme spiagge del Mediterraneo, in distanza di due e tremila miglia, e che il medesimo spazio ripassi in altrettanto tempo nel suo ritorno? che faranno i navilii sparsi per 'l mare? che quelli fussero nello stretto, in un precipizio continuo di un'immensa copia di acque, che, entrando per un canale largo non più di 8 miglia, abbia a dare il transito a tant'acqua che in 6 ore allaghi uno spazio di centinaia di miglia per larghezza e migliaia per lunghezza? qual tigre, qual falcone, corse o volò mai con tanta velocità? con velocità, dico da far 400 e più miglia per ora. Sono (né si nega) le correnti per la lunghezza del Golfo, ma così lente che i vasselli da remi le superano, se ben non senza scapito del loro viaggiare. In oltre, se quest'acqua viene per lo stretto, resta pur l'altra difficoltà, cioè come si conduca ad alzar qui tanto, in parti così remote, senza prima alzar per simile o maggiore altezza nelle parti più propinque. In somma non credo che né ostinazione né sottigliezza d'ingegno possa ritrovar mai ripiego a queste difficoltà, né in conseguenza sostener contro di esse la stabilità della Terra, contenendosi dentro a i termini naturali.

Sagr. Di questo resto io sin ora benissimo capace, e sto con avidità attendendo di sentire in qual modo queste maraviglie possono seguire senza intoppo da i moti già assegnati alla Terra.

Sal. Come questi effetti abbiano a venire in conseguenza de i movimenti che naturalmente convengano alla Terra, è necessario che non solamente non trovino repugnanza o intoppo, ma che seguano facilmente, e non solo che seguano con facilità, ma con necessità, sì che impossibil sia il succedere in altra maniera; ché tale è la proprietà e condizione delle cose naturali e vere. Stabilita dunque l'impossibilità del poter render ragione de i movimenti che si scorgono nell'acque, ed insieme mantenere l'immobilità del vaso che le

contiene, passiamo a vedere se la mobilità del contenente possa ella produrre l'effetto condizionato nella maniera che si osserva seguire.

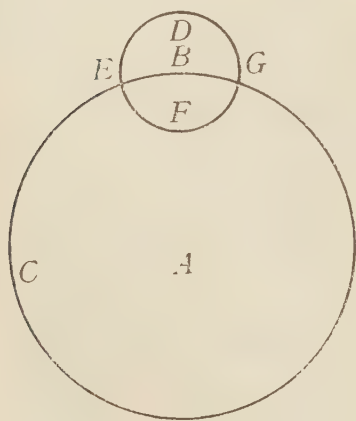
Due sorte di movimenti posson conferirsi ad un vaso, per li quali l'acqua, che in esso fusse contenuta, acquistasse facultà di scorrere in esso or verso l'una or verso l'altra estremità, e quivi ora alzarsi ed ora abbassarsi. Il primo sarebbe quando or l'una or l'altra di esse estremità si abbassasse, perchè allora l'acqua, scorrendo verso la parte inclinata, vicendevolmente ora in questa ed ora in quella s'alzerebbe ed abbasserebbe. Ma perché questo alzarsi ed abbassarsi non è altro che discostarsi ed avvicinarsi al centro della Terra, tal sorta di movimento non può attribuirsi alle concavità della medesima Terra, che sono i vasi contenenti l'acque, le parti de' quali vasi, per qualunque moto che si attribuisse al globo terrestre, né si possono avvicinare né allontanare dal centro di quello. L'altra sorta di movimento è quando il vaso si muovesse (senza punto inclinarsi) di moto progressivo, non uniforme, ma che cangiasse velocità, con accelerarsi talvolta ed altra volta ritardarsi: dalla qual difformità seguirebbe che l'acqua, contenuta sì nel vaso, ma non fissamente annessa, come l'altre sue parti solide, anzi, per la sua fluidezza, quasi separata e libera e non obbligata a secondar tutte le mutazioni del suo continente, nel ritardarsi il vaso, ella, ritenendo parte dell'impeto già concepito, scorrerebbe verso la parte precedente, dove di necessità verrebbe ad alzarsi; ed all'incontro, quando sopraggiugnesse al vaso nuova velocità; ella, con ritener parte della sua tardità, restando alquanto indietro, prima che abituarsi al nuovo impeto resterebbe verso la parte susseguente, dove alquanto verrebbe ad alzarsi: i quali effetti possiamo più apertamente dichiarare e manifestare al senso con l'esempio di una di queste barche le quali continuamente vengono da Lizzafusina, piene d'acqua dolce per uso della città. Figuriamoci dunque una tal barca venirsene con mediocre velocità per la Laguna, portando placidamente l'acqua della quale ella sia piena, ma che poi, o per dare in secco o per altro impedimento che le sia opposto, venga notabilmente ritardata; non

perciò l'acqua contenuta perderà, al pari della barca, l'impeto già concepito, ma, conservandoselo, scorrerà avanti verso la prua, dove notabilmente si alzerà, abbassandosi dalla poppa: ma se, per l'opposito, all'istessa barca nel mezo del suo placido corso verrà con notabile agumento aggiunta nuova velocità, l'acqua contenuta, prima di abituarsene, restando nella sua lentezza, rimarrà indietro, cioè verso la poppa, dove in conseguenza si solleverà, abbassandosi dalla prua. Questo effetto è indubitato e chiaro, e puossi a tutte l'ore esperimentare; nel quale voglio che notiamo per adesso tre particolari. Il primo è, che per fare alzar l'acqua in una dell'estremità del vaso, non ci è bisogno di nuova acqua, né che ella vi corra partendosi dall'altra estremità. Il secondo è, che l'acqua di mezo non si alza né abbassa notabilmente, se già il corso della barca non fusse velocissimo, e l'urto o altro ritegno che la ritenesse, gagliardissimo e repentino, nel qual caso potrebbe anco tutta l'acqua non pure scorrer avanti, ma per la maggior parte saltar fuor della barca; e l'istesso anco farebbe quando, mentre ella lentamente camminasse, improvvisamente gli sopraggiugnesse un impeto violentissimo: ma quando ad un suo moto quieto sopraggiunga mediocre ritardamento o incitazione, le parti di mezo (come ho detto) inosservabilmente si alzano e si abbassano; e le altre parti, secondo che son più vicine al mezo, meno si alzano, e più le più lontane, Il terzo è, che dove le parti intorno al mezo poca mutazione fanno nell'alzarsi ed abbassarsi rispetto all'acque delle parti estreme, all'incontro scorron molto innanzi e in dietro, in comparazion dell'estreme. Ora, signori miei, quello che fa la barca rispetto all'acqua contenuta da essa, e quello che fa l'acqua contenuta rispetto alla barca, sua contenente, è l'istesso a capello che quel che fa il vaso Mediterraneo rispetto l'acque da esso contenute, e che fanno l'acque contenute rispetto al vaso Mediterraneo, lor contenente. Séguita ora che dimostriamo, come ed in qual maniera sia vero che il Mediterraneo e tutti gli altri seni, ed in somma tutte le parti della Terra, si muovano di moto notabilmente difforme, benchè movimento nes-

suno che regolare ed uniforme non sia, venga a tutto l'istesso globo assegnato.

Simpl. Questo, nel primo aspetto, a me che non sono né matematico né astronomo, ha sembianza di un gran paradosso; e quando sia vero che, sendo il movimento del tutto regolare, quel delle parti, restando sempre congiunte al suo tutto, possa essere irregolare, il paradosso distruggerà l'assioma che afferma, « eandem esse rationem totius et partium »[5].

Sal. Io dimostrerò il mio paradosso, ed a voi, signor Simplicio, lascerò il carico di difender l'assioma da esso, o di mettergli d'accordo; e la mia dimostrazione sarà breve e facilissima, dependente dalle cose lungamente trattate ne i nostri passati ragionamenti, senza indur né pure una minima sillaba in grazia del flusso e reflusso.

Due aviamo detto essere i moti attribuiti al globo terrestre: il primo, annuo, fatto dal suo centro per la circonferenza dell'orbe magno sotto l'ecclittica secondo l'ordine de' segni, cioè da occidente verso oriente; l'altro, fatto dall'istesso globo, rivolgendosi intorno al proprio centro in ventiquattr'ore, e questo parimente da occidente verso oriente, benché circa un asse alquanto inclinato e non equidistante a quello della conversione annua. Dalla composizione di questi due movimenti, ciascheduno per se stesso uniforme, dico resultare un moto difforme nelle parti della Terra: il che, acciò più facilmente s'intenda, dichiarerò facendone la figura. E prima, intorno al centro *A* descriverò la circonferenza dell'orbe magno *B C*, nella quale preso qualsivoglia punto *B*, circa esso, come centro, descriveremo questo minor cerchio *D E F G*, rappresentante il globo terrestre; il quale intenderemo discorrer per tutta la circonferenza dell'orbe magno co 'l suo centro *B* da ponente verso levante,

[5] « Uguale è la proporzione del tutto e delle parti ».

cioè dalla parte *B* verso *C*: ed oltre a ciò intenderemo il globo terrestre volgersi intorno al proprio centro *B*, pur da ponente verso levante, cioè secondo la successione de i punti *D*, *E*, *F*, *G*, nello spazio di ventiquattr'ore. Ma qui doviamo attentamente notare, come rigirandosi un cerchio intorno al proprio centro, qualsivoglia parte di esso convien muoversi in diversi tempi di moti contrarii: il che è manifesto considerando che mentre le parti della circonferenza intorno al punto *D* si muovono verso la sinistra, cioè verso *E*, le opposte, che sono intorno all'*F*, acquistano verso la destra, cioè verso *G*, talché quando le parti *D* saranno in *F*, il moto loro sarà contrario a quello che era prima, quando era in *D*; in oltre, nell'istesso tempo che le parti *E* descendono, per così dire, verso *F*, le *G* ascendono verso *D*. Stante dunque tal contrarietà di moti nelle parti della superficie terrestre, mentre che ella si rigira intorno al proprio centro, è forza che, nell'accoppiar questo moto diurno con l'altro annuo, risulti un moto assoluto per le parti di essa superficie terrestre ora accelerato assai ed ora altrettanto ritardato: il che è manifesto considerando prima la parte intorno a *D*, il cui moto assoluto sarà velocissimo, come quello che nasce da due moti fatti verso la medesima banda, cioè verso la sinistra; il primo de' quali è parte del moto annuo, comune a tutte le parti del globo, l'altro è dell'istesso punto *D*, portato pur verso la sinistra dalla vertigine diurna; talché in questo caso il moto diurno accresce ed accelera il moto annuo; l'opposito di che àccade alla parte opposta *F*, la quale, mentre dal comune moto annuo è portata, insieme con tutto il globo, verso la sinistra, vien dalla conversion diurna portata ancor verso la destra; talchè il moto diurno viene a detrarre all'annuo, per lo che il movimento assoluto, resultante dal componimento di amendue, ne riman ritardato assai: intorno poi a i punti *E*, *G* il moto assoluto viene a restare come eguale al semplice annuo, avvenga che il diurno niente o poco gli accresce o gli detrae, per non tendere né a sinistra né a destra, ma in giù ed in su. Concludiamo per tanto, che sì come è vero che il moto di tutto il globo e di ciascuna delle sue parti sarebbe equabile ed uniforme quando elle si movessero d'un moto solo, o fusse il semplice annuo o fusse

il solo diurno, così è necessario che, mescolandosi tali due moti insieme, ne risultino per le parti di esso globo movimenti difformi, ora accelerati ed ora ritardati, mediante gli additamenti o suttrazioni della conversion diurna alla circolazione annua. Onde se è vero (come è verissimo, e l'esperienza ne dimostra) che l'accelerazione e ritardamento del moto del vaso faccia correre e ricorrere nella sua lunghezza, alzarsi ed abbassarsi nelle sue estremità, l'acqua da esso contenuta, chi vorrà por difficultà nel concedere che tale effetto possa, anzi pur debba di necessità, accadere all'acque marine, contenute dentro a i vasi loro, soggetti a cotali alterazioni, e massime in quelli che per lunghezza si distendono da ponente verso levante, che è il verso per il quale si fa il movimento di essi vasi? Or questa sia la potissima e primaria causa del flusso e reflusso, senza la quale nulla seguirebbe di tale effetto. Ma perchè multiplici e varii sono gli accidenti particolari che in diversi luoghi e tempi si osservano, i quali è forza che da altre diverse cause concomitanti dependano, se ben tutte devono aver connessione con la primaria, però fa di mestiero andar proponendo ed esaminando i diversi accidenti che di tali diversi effetti possano esser cagioni.

Il primo de' quali è, che qualunque volta l'acqua, mercé d'un notabile ritardamento o accelerazione di moto del vaso suo contenente, avrà acquistata cagione di scorrere verso questa o quella estremità, e si sarà alzata nell'una ed abbassata nell'altra, non però resterà in tale stato, quando ben cessasse la cagion primaria, ma, in virtù del proprio peso e naturale inclinazione di livellarsi e librarsi, tornerà per se stessa con velocità in dietro; e, come grave e fluida, non solo si moverà verso l'equilibrio, ma, promossa dal proprio impeto, lo trapasserà, alzandosi nella parte dove prima era più bassa; né qui ancora si fermerà, ma di nuovo ritornando in dietro, con più reiterate reciprocazioni di scorrimenti ci darà segno come ella non vuole da una concepita velocità di moto ridursi subito alla privazion di quello ed allo stato di quiete, ma successivamente ci si vuole, mancando a poco a poco, lentamente ridurre: in quel modo appunto che vediamo alcun peso pendente da una corda, doppo

essere stato una volta rimosso dal suo stato di quiete, cioè dal perpendicolo, per se medesimo ricondurvisi e quietarvisi, ma non prima che molte volte l'avrà di qua e di là, con sue vicendevoli corse e ricorse, trapassato.

Il secondo accidente da notarsi è, che le pur ora dichiarate reciprocazioni di movimento vengon fatte e replicate con maggiore o minor frequenza, cioè sotto più brevi o più lunghi tempi, secondo le diverse lunghezze de' vasi contenenti l'acque; sì che negli spazii più brevi le reciprocazioni son più frequenti, e più rare ne' più lunghi: come appunto nel medesimo esempio de' corpi pendoli si veggono le reciprocazioni di quelli che sono appesi a più lunghe corde esser men frequenti che quelle de i pendenti da fili più corti.[6]

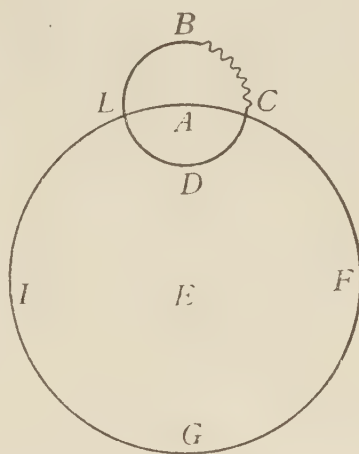
E qui, per il terzo notabile, vien da sapersi, che non solamente la maggiore o minor lunghezza del vaso è cagione di far che l'acqua sotto diversi tempi faccia le sue reciprocazioni, ma la maggiore o minor profondità opera l'istesso; ed accade che dell'acque contenute in ricetti di eguali lunghezze, ma di diseguali profondità, quella che sarà più profonda faccia le sue librazioni sotto tempi più brevi, e men frequenti siano le reciprocazioni dell'acque men profonde.

Quarto, vengon degni d'esser notati e diligentemente osservati due effetti che fa l'acqua in tali suoi libramenti. L'uno è l'alzarsi ed abbassarsi alternatamente verso questa e quella estremità; l'altro è il muoversi e scorrere, per così dire orizontalmente, innanzi e in dietro: li quali due moti differenti differentemente riseggono in diverse parti dell'acqua. Imperocché le sue parti estreme son quelle che sommamente si alzano e si abbassano; quelle di mezo niente assolutamente si muovono in su o in giù; dell'altre, di grado in grado quelle che son più vicine a gli estremi si alzano ed abbassano proporzionatamente più delle più remote: ma, per l'opposito, dell'altro movimento progressivo innanzi e 'n dietro assai si muovono, andando e ritornando, le parti di mezo, e nulla acquistano l'acque che si trovano nell'ul-

[6] Cfr. la lettera a Guidobaldo del Monte del 1602 (vol. I, pp. 857-62) e, nel presente *Dialogo*, p. 287.

time estremità, se non se in quanto nell'alzarsi elleno superassero gli argini e traboccassero fuor del suo primo alveo e ricetto; ma dove è l'intoppo de gli argini che le raffrenano, solamente si alzano e si abbassano; né però restan l'acque di mezo di scorrer innanzi e indietro, il che fanno anco proporzionatamente l'altre parti, scorrendo più o meno secondo che si trovan locate più remote o vicine al mezo.

Il quinto particolare accidente dovrà tanto più attentamente esser considerato, quanto che a noi è impossibile il rappresentarne con esperienza e pratica il suo effetto; e l'accidente è questo. Ne i vasi fatti da noi per arte, e mossi, come le soprannominate barche, or più ed or meno velocemente, l'accelerazione e ritardamento vien sempre participato nell'istesso modo da tutto il vaso e da ciascheduna sua parte: sì che, mentre, verbigrazia, la barca si raffrena dal moto, non più si ritarda la parte precedente che la susseguente, ma egualmente tutte partecipano del medesimo ritardamento; e l'istesso avviene dell'accelerazione, cioè che, contribuendo alla barca nuova causa di maggior velocità, nell'istesso modo si accelera la prora e la poppa. Ma ne' vasi immensi, quali sono i letti lunghissimi de' mari, benché essi ancora altro non siano che alcune cavità fatte nella solidità del globo terrestre, tuttavia mirabilmente avviene che gli estremi di quelli non unitamente, egualmente e ne gl'istessi momenti di tempo, accreschino e scemino il lor moto; ma accade che quando l'una delle sue estremità si si trova avere, in virtù del componimento de i due moti diurno ed annuo, ritardata grandemente la sua velocità, l'altra estremità si ritrovi ancora affetta e congiunta con moto velocissimo: il che, per più facile intelligenza, dichiareremo ripigliando la figura pur ora disegnata. Nella quale se intenderemo un tratto di mare esser lungo, verbigrazia, una quarta, qual è l'arco B C, perchè le parti B sono, come di sopra si dichiarò, in moto velocissimo, per l'unione de' due movimenti diurno ed annuo verso la medesima banda, ma la parte C allora si ritrova in moto ritardato, come quello che è privo della progressione dependente dal moto diurno: se intenderemo, dico, un seno di mare lungo quant'è l'arco B C,

già vedremo come gli estremi suoi si muovono nell'istesso tempo con molta disegualità. E sommamente differenti sarebbero le velocità d'un tratto di mare lungo mezo cerchio e posto nello stato dell'arco *B C D*, avvengaché l'estremità *B* si troverebbe in moto velocissimo, l'altra *D* sarebbe in moto tardissimo, e le parti di mezo verso *C* sarebbero in moto mediocre: e secondo che essi tratti di mare saranno più brevi, participeranno meno di questo stravagante accidente, di ritrovarsi in alcune ore del giorno con le parti loro diversamente affette da velocità e tardità di moto. Sì che se, come nel primo caso, veggiamo per esperienza l'accelerazione e 'l ritardamento, benché participati egualmente da tutte le parti del vaso contenente, esser pur cagione all'acqua contenuta di scorrer innanzi e 'n dietro, che dovremo stimare che accader debba in un vaso così mirabilmente disposto, che molto disegualmente venga contribuita alle sue parti ritardanza di moto ed accelerazione? Certo che noi dir non possiamo altro, se non che maggiore e più maravigliosa cagione di commozioni nell'acqua, e più strane, ritrovar si debbano. E benché impossibil possa parer a molti che in machine e vasi artifiziali noi possiamo esperimentare gli effetti di un tale accidente, nulla dimeno non è però del tutto impossibile; ed io ho la costruzione d'una machina, nella quale particolarmente si può scorgere l'effetto di queste meravigliose composizioni di movimenti. Ma per quanto appartiene alla presente materia, basta quello che sin qui potete aver compreso con l'immaginazione.

Sagr. Io, per la parte mia, molto ben capisco, questo maraviglioso accidente doversi necessariamente ritrovare ne i seni de i mari, e massime in quelli che per gran distanze si distendono da occidente in oriente, cioè secondo il corso de i movimenti del globo terrestre; e come che ci sia in certo modo inescogitabile e senza esempio tra i movimenti possi-

bili a farsi da noi, così non mi è difficile a credere che da esso possano derivar effetti non imitabili con nostre artificiali esperienze.

Sal. Dichiarate queste cose. è tempo che venghiamo a esaminare i particolari accidenti, e loro diversità, che ne' flussi e reflussi dell'acque per esperienza si osservano. E prima, non dovremo aver difficultà nell'intendere, onde accaggia che ne i laghi, stagni, ed anco ne i mari piccoli, non sia notabil flusso e reflusso: il che ha due concludentissime ragioni. L'una è, che, per la brevità del vaso, nell'acquistare egli in diverse ore del giorno diversi gradi di velocità, con poca differenza vengano acquistati da tutte le sue parti; ma tanto le precedenti quanto le susseguenti, cioè l'orientali e l'occidentali, quasi nell'istesso modo si accelerano e si ritardano; facendosi, di più, tale alterazione a poco a poco, e non con l'opporre un repentino intoppo e ritardamento o una subitanea e grande accelerazione al movimento del vaso contenente, ed esso e tutte le sue parti vengon lentamente ed egualmente impressionandosi de i medesimi gradi di velocità: dalla quale uniformità ne séguita che anco l'acqua contenuta, con poca contumacia e renitenza riceva le medesime impressioni, e per conseguenza molto oscuramente dia segno d'alzarsi o abbassarsi, scorrendo verso questa o verso l'altra estremità; il quale effetto si vede ancor manifestamente ne' piccoli vasi artifiziali, ne i quali l'acqua contenuta si va impressionando de gl'istessi gradi di velocità, tuttavoltaché l'accelerazione o ritardamento si faccia con lenta ed uniforme proporzione. Ma ne i seni de i mari che per grande spazio si distendono da levante a ponente, assai più notabile e difforme è l'accelerazione o 'l ritardamento, mentre una delle sue estremità si troverà in un moto assai ritardato, e l'altra sarà ancora di moto velocissimo. La seconda causa è la reciproca librazion dell'acqua, proveniente dall'impeto che ella pure avesse concepito dal moto del suo continente, la qual librazione ha, come si è notato, le sue vibrazioni molto frequenti ne i vasi piccoli: dal che ne risulta, che risedendo ne i movimenti terrestri cagione di contribuire all'acque movimento solo di dodici in dodici ore,

poi che una volta sola il giorno sommamente si ritarda e sommamente si accelera il movimento de i vasi contenenti, nientedimeno l'altra seconda cagione, dependente dalla gravità dell'acqua, che cerca ridursi all'equilibrio, e, secondo la brevità del vaso, ha le sue reciprocazioni o di un'ora o di due o di tre etc., questa mescolandosi con la prima, che anco per sé ne i vasi piccoli resta piccolissima, la vien del tutto a render insensibile; imperocché, non si essendo ancora finita di imprimer la commozione procedente dalla cagion primaria, che ha i periodi di 12 ore, sopravvien, contrariando, l'altra secondaria, dependente dal proprio peso dell'acqua, la quale, secondo la cortezza e profondità del vaso, ha il tempo delle sue vibrazioni di 1, 2, 3 o 4 ore, etc., e, contrariando alla prima, la perturba e rimuove, senza lasciarla giugnere al sommo né al mezo del suo movimento. E da tal contrapposizione resta annichilita in tutto, o molto oscurata, l'evidenza del flusso e reflusso. Lascio stare l'alterazion continua dell'aria, la quale, inquietando l'acqua, non ci lascerebbe venire in certezza d'un piccolissimo ricrescimento o abbassamento di mezo dito o di minor quantità, che potesse realmente risedere ne i seni e ricetti di acque non più lunghi di un grado o due.

Vengo, nel secondo luogo, a sciorre il dubbio, come, non risedendo nel primario principio cagione di commuovere l'acque se non di 12 in 12 ore, cioè una volta per la somma velocità di moto e l'altra per la massima tardità, nulladimeno apparisce comunemente il periodo de i flussi e reflussi esser di sei in sei ore. Al che si risponde che tale determinazione non si può in verun modo avere dalla cagion primaria solamente, ma vi bisogna inserire le secondarie, cioè la lunghezza maggiore o minore de i vasi, e la maggiore o minor profondità dell'acque in essi contenute: le quali cagioni, se ben non hanno azione veruna ne i movimenti dell'acque, essendo tale azione della sola cagion primaria, senza la quale nulla seguirebbe de' flussi e reflussi, tuttavia l'hanno principalissima nel terminar i tempi delle reciprocazioni, e così potente, che la cagion primaria convien che gli resti soggetta. Non è dunque il periodo delle 6 ore più proprio o

naturale di quelli d'altri intervalli di tempi, ma ben forse il più osservato, per esser quello che compete al nostro Mediterraneo, che solo per lunghi secoli fu praticabile; ancor che né tal periodo si osserva in tutte le sue parti, atteso che in alcuni luoghi più ristretti, qual è l'Ellesponto e l'Egeo, i periodi son assai più brevi, ed anco tra di loro molto differenti; per la qual varietà e sue cagioni, incomprensibili ad Aristotile, dicono alcuni che, dopo l'averla egli lungamente osservata sopra alcuni scogli di Negroponte, tratto dalla disperazione si precipitasse in mare e spontaneamente s'annegasse.

Avremo, nel terzo luogo, molto spedita la ragione, onde avvenga che alcun mare, benché lunghissimo, qual è il Mar Rosso, nulladimeno è quasi del tutto esente da i flussi e reflussi. La qual cosa accade, perchè la sua lunghezza non si distende dall'oriente verso l'occidente, anzi traversa da sirocco verso maestro: ma essendo i movimenti della Terra da occidente in oriente, gli impulsi dell'acque vanno sempre a ferire ne i meridiani, e non si muovono di parallelo in parallelo; onde ne i mari che traversalmente si distendono verso i poli, e che per l'altro verso sono angusti, non resta cagione di flussi e reflussi se non per la participazione di altro mare co 'l quale comunicassero, che fusse soggetto a movimenti grandi.

Intenderemo, nel quarto luogo, molto facilmente la ragione, perchè i flussi e reflussi siano massimi, quanto all'alzarsi ed abbassarsi le acque, ne gli estremi de' golfi, e minimi nelle parti di mezo: come la quotidiana esperienza ne mostra qui in Venezia, posta nell'estremità dell'Adriatico, dove comunemente tal diversità importa 5 o 6 piedi; ma ne i luoghi del Mediterraneo distanti da gli estremi tal mutazione è piccolissima, come nell'isole di Corsica e Sardigna e nelle spiagge di Roma e di Livorno, dove non passa mezo piede. Intenderemo anco come, all'incontro, dove gli alzamenti ed abbassamenti son piccoli, i corsi ed i ricorsi son grandi. Agevol cosa, dico, è l'intender la cagion di questi accidenti, poiché di essi ne aviamo riscontri manifesti in ogni

sorte di vasi artifizialmente da noi fabbricati, ne i quali i medesimi effetti si veggono naturalmente seguire dal muovergli noi con movimento difforme, cioè ora accelerato ed ora ritardato.

In oltre, considerando, nel quinto luogo, come la medesima quantità d'acqua, mossa, benché lentamente, per un alveo spazioso, nel dover poi passare per luogo ristretto, per necessità scorre con impeto grande, non avremo difficultà d'intendere la causa delle gran correnti che si fanno nello stretto canale che separa la Calabria dalla Sicilia; poi ché tutta l'acqua che dall'ampiezza dell'isola e dal golfo Jonico vien sostenuta nella parte del mare orientale, benché in quello per la sua ampiezza lentamente discenda verso occidente, tuttavia nel ristrignersi nel bosforo tra Scilla e Cariddi rapidamente cala e fa grandissima agitazione: simile alla quale, e molto maggiore, s'intende esser tra l'Affrica e la grand'isola di S. Lorenzo, mentre le acque de i due vasti mari Indico ed Etiopico, che la mettono in mezo, devono, scorrendo, ristrignersi in minor canale, tra essa e la costa d'Etiopia. Grandissime conviene che sieno le correnti nello stretto di Magalianes, che comunica gli oceani vastissimi Etiopico e del Sur.

Séguita adesso, nel 6º luogo, che per render ragion di alcuni più reconditi ed inopinabili accidenti che in questa materia si osservano, andiamo facendo un'altra importante considerazione sopra le due principali cagioni de i flussi e reflussi, componendole poi e mescolandole insieme. La prima e più semplice delle quali è (come più volte si è detto) la determinata accelerazione e ritardamento delle parti della Terra, dalla quale arebbon l'acque un determinato periodo di scorrere verso levante e ritornar verso ponente dentro al tempo di ventiquattr'ore. L'altra è quella che depende dalla propria gravità dell'acqua, che, commossa una volta dalla causa primaria, cerca poi di ridursi all'equilibrio con iterate reciprocazioni, le quali non sono determinate da un tempo solo e prefisso, ma hanno tante diversità di tempi quante sono le diverse lunghezze e profondità de i ricetti e seni de i mari; e per quanto depende da questo secondo principio,

scorrerebbero e ritornerebbero altre in un'ora, altra in 2, in 4, in 8, in 10 etc. Ora, se noi cominceremo a congiugner la cagion primaria, che ha stabilmente il suo periodo di 12 in 12 ore, con alcuna delle secondarie che avesse il suo periodo, verbigrazia, di 5 in 5, accaderà che in alcuni tempi la cagion primaria e la secondaria si accordino a far gli impulsi amendue verso la medesima parte, ed in questo congiugnimento, e per così dire unanime cospirazione, i flussi saranno grandi: in altri tempi accadendo che l'impulso primario venga in un certo modo a contrariare a quello che porterebbe il periodo secondario, ed in cotal raffronto togliendo l'uno de' principii quello che l'altro ne darebbe, si debiliteranno i moti dell'acque, e ridurrassi il mare in uno stato assai quieto e quasi immobile: ed altre volte, secondo che i due medesimi principii né del tutto si contrarieranno né del tutto andranno uniformi, si faranno altre mutazioni circa l'accrescimento e diminuzion de' flussi e reflussi. Può anco accadere che due mari assai grandi e comunicanti per qualche angusto canale s'incontrino ad aver, mediante la mistione de i due principii di moto, l'uno causa di flusso nel tempo che l'altro abbia causa di movimento contrario; nel qual caso nel canale dove essi mari comunicavano, si fanno agitazioni straordinarie, con movimenti opposti e vortici e bollimenti pericolosissimi, de i quali se ne hanno continue relazioni ed esperienze in fatto. Da tali discordi movimenti, dependenti non solamente dalle diverse positure e lunghezze, ma grandemente ancora dalle diverse profondità de i mari comunicanti, nasceranno in alcuni tempi varie commozioni nell'acque, sregolate ed inosservabili, le ragioni delle quali hanno assai perturbato e tuttavia perturbano i marinari, mentre le incontrano senza vedere che né impeto di venti o altra grave alterazion dell'aria ne possa esser cagione. Della qual perturbazion d'aria debbiamo in altri accidenti far gran conto, e prenderla come terza cagione ed accidentaria, potente a grandemente alterare l'osservazione de gli effetti dependenti dalle primarie e più essenziali cagioni. E non è dubbio che continuando a soffiar venti impetuosi, per esempio, da levante, sosterranno l'acque, proibendoli il reflusso, onde,

sopraggiugnendo all'ore determinate la seconda replica, e poi la terza, del flusso, rigonfieranno molto; e così, sostenute per alcuni giorni dalla forza del vento, si alzano più del solito facendo straordinarie inondazioni.

Dobbiamo ancora (e sarà come il settimo problema) avere avvertenza d'un'altra cagione di movimento, dependente dalla copia grande dell'acque de i fiumi che vanno a scaricarsi ne' mari non molto vasti: dove ne i canali o bosfori che con tali mari comunicano, l'acqua si vede scorrer sempre per l'istesso verso, come accade nel Bosforo Tracio sotto Costantinopoli, dove l'acqua scorre sempre dal Mar Negro verso la Propontide. Imperocché in esso Mar Negro, per la sua brevità, di poca efficacia sono le cause principali del flusso e reflusso; ma all'incontro, scaricandosi in esso grandissimi fiumi, nel dover passare e sgorgar tanto profluvio d'acque per lo stretto, quivi il corso è assai notabile e sempre verso mezo giorno. Dove, di più, deviamo avvertire che tale stretto e canale, benché assai angusto, non è sottoposto alle perturbazioni come lo stretto di Scilla e Cariddi: imperocché quello ha il Mar Negro sopra verso tramontana, e la Propontide e l'Egeo co 'l Mediterraneo postogli, benché per lungo tratto, verso mezogiorno; ma già, come abbiamo notato, i mari quando si voglino lunghi da tramontana verso mezogiorno non soggiacciono a i flussi e reflussi: ma perché lo stretto di Sicilia è traposto tra le parti del Mediterraneo distese di gran distanze da ponente a levante, cioè secondo la corrente de' flussi e reflussi, però in questo le agitazioni son molto grandi: e maggiori sarebbero tra le Colonne, quando lo stretto di Gibilterra s'aprisse meno; e grandissime riferiscono esser quelle dello stretto di Magalianes.

Questo è quanto per ora mi sovviene di poter dirvi intorno alle cause di questo primo periodo diurno del flusso e reflusso e suoi varii accidenti, dove se hanno da propor cosa alcuna, potranno farlo, per passar poi a gli altri due periodi, mestruo ed annuo.

Simpl. Non mi par che si possa negare che il discorso fatto da voi proceda molto probabilmente, argumentando,

come noi dichiamo, *ex suppositione* [7], cioè posto che la Terra si muova de i due movimenti attribuitigli dal Copernico: ma quando si escludano tali movimenti, il tutto resta vano ed invalido; l'esclusion poi di tale ipotesi ci viene dall'istesso vostro discorso assai manifestamente additata. Voi con la supposizion de i due movimenti terrestri rendete ragione del flusso e reflusso, ed all'incontro, circolarmente discorrendo, dal flusso e reflusso traete l'indizio e la confermazione di quei medesimi movimenti: e passando a più specifico discorso, dite che l'acqua per esser corpo fluido, e non tenacemente annesso alla Terra, non è costretta ad ubbidir puntualmente ad ogni suo movimento, dal che inducete poi il suo flusso e reflusso. Io su le vostre stesse pedate arguisco in contrario, e dico: L'aria è assai più tenue e fluida dell'acqua, e meno annessa alla superficie terrena, alla quale l'acqua, se non per altro per la sua gravità, co 'l premergli sopra assai più che l'aria leggierissima, aderisce; adunque molto meno dovrebbe l'aria secondar i movimenti della Terra; e però quando la Terra si movesse in quella maniera, noi, abitatori di quella e da lei con simile velocità portati, dovremmo perpetuamente sentir un vento da levante, che con intollerabil forza ci ferisse: e del così dover seguire l'esperienza ci fa cotidianamente avvertiti; ché se nel correr la posta solamente con velocità di 8 o 10 miglia per ora nell'aria tranquilla, l'incontrarla noi con la faccia ci rassembra un vento che non leggiermente ci percuota, che dovrebbe fare il nostro rapido corso di 800 o 1000 miglia per ora, contro l'aria libera da tal moto? tuttavia nulla di tale accidente sentiamo noi.

Sal. A questa instanza, che ha assai dell'apparente, rispondo che è vero che l'aria è più tenue e più leggiera, e per la sua leggerezza meno aderente alla Terra, che l'acqua, tanto più grave e corpulenta; ma è poi falsa la conseguenza che voi deducete da queste condizioni, cioè che per tal sua leggerezza tenuità e minore aderenza alla Terra ella dovesse

[7] Cfr. le lettere al Carcavy del 1637 e al Baliani del 1639 (vol. I, pp. 944 e 962).

esentarsi più dell'acqua dal secondare i movimenti terrestri, onde a noi, che totalmente gli partecipiamo, tal sua inobbedienza si facesse sensibile e manifesta: anzi accade tutto l'opposito. Imperocché, se voi ben vi ricordate, la causa del flusso e reflusso dell'acqua, assegnata da noi, consiste nel non secondar l'acqua la disegualità del moto del suo vaso, ma ritener l'impeto concepito per avanti, senza diminuirlo o crescerlo con quella precisa misura che si accresce o diminuisce nel suo vaso: perché dunque nella conservazione e mantenimento dell'impeto concepito prima consiste l'inobbedienza ad un nuovo agumento o diminuzion di moto, quel mobile che sarà più atto a tal conservazione, sarà anco più accomodato a dimostrar l'effetto che a tal conservazione viene in conseguenza. Ora, quanto sia l'acqua disposta a mantenere una concepita agitazione, benché cessi la causa che l'impresse, l'esperienza de i mari altamente commossi da venti impetuosi ce lo dimostra, donde de i quali, benché tranquillata l'aria e cessato il vento, per lungo tempo restano in moto, come leggiadramente cantò il Poeta sacro: [8] « Qual l'alto Egeo » etc.: ed il continuar in tal guisa nella commozione depende dalla gravità dell'acqua; imperocché, come altra volta s'è detto, i corpi leggieri son ben più facili ad esser mossi che i più gravi, ma son ben tanto meno atti a conservar il moto impressoli, cessante la causa movente; onde l'aria, come in se stessa tenuissima e leggierissima, è agevolissimamente mobile da qualsivoglia minima forza, ma è anco inettissima a conservare il moto, cessante il motore. Però quanto all'aria che circonda il globo terrestre, direi che, per la sua aderenza, non meno che l'acqua venga portata in giro, e massime quella parte che è contenuta da i vasi, i quali vasi sono le pianure circondate da i monti; e questa tal porzione possiamo noi molto più ragionevolmente affermare che sia portata in volta, rapita dal-

[8] T. Tasso, *Gerusalemme liberata*, XII, 63: « Qual l'alto Egeo, perché Aquilone o Noto / cessi, che tutto prima il volse e scosse, / non s'accheta ei però, ma 'l suono e 'l moto / ritien de l'onde agitate e grosse ».

l'asprezza della Terra, che la superiore, rapita dal moto celeste, come asserite voi Peripatetici.

Quanto sin qui ho detto mi pare assai competente risposta all'instanza del signor Simplicio; tuttavia voglio con nuova obbiezione e con nuova risposta, fondata sopra una mirabile esperienza, soprabbondantemente dar sodisfazione ad esso, e confermare al signor Sagredo la mobilità del globo terrestre. Ho detto, l'aria, ed in particolare quella parte di lei che non si eleva sopra la sommità delle più alte montagne, esser dall'asprezza della terrestre superficie portata in giro; dal che pare che in conseguenza ne venga, che quando la superficie della Terra non fusse ineguale, ma tersa e pulita, non resterebbe cagione per tirarsi in compagnia l'aria, o almeno per condurla con tanta uniformità. Ora, la superficie di questo nostro globo non è tutta scabrosa ed aspera, ma vi sono grandissime piazze ben lisce, cioè le superficie di mari amplissimi, le quali, sendo anco lontanissime da i gioghi de i monti che le circondino, non par che possano aver facultà di condur seco l'aria sopreminente; e non la conducendo, si dovrebbe in quei luoghi sentir quello che in conseguenza ne viene.

Simpl. Questa medesima difficultà volevo io ancora promuovere, la qual mi pare esser di grand'efficacia.

Sal. Voi parlate benissimo: di maniera che, signor Simplicio, da non si sentir nell'aria quello che in conseguenza accaderebbe quando questo nostro globo andasse in volta, voi argumentate la sua immobilità. Ma quando questo, che vi par che per necessaria conseguenza sentir si dovesse, in fatto e per esperienza si sentisse, l'accettereste voi per indizio ed argomento assai gagliardo per la mobilità del medesimo globo?

Simpl. In questo caso non bisogna parlar con me solo, perché quando ciò accadesse, e che a me ne fusse occulta la causa, forse ad altri potrebbe esser nota.

Sal. Talché con esso voi non si può mai guadagnare, ma sempre si sta su 'l perdere, e però sarebbe meglio non giocare; tuttavia, per non piantare il terzo, seguirò avanti. Dicevamo pur ora, e con qualche aggiunta replico, che

l'aria, come corpo tenue e fluido e non saldamente congiunto alla Terra, pareva che non avesse necessità d'obbedire al suo moto, se non in quanto l'asprezza della superficie terrestre ne rapisce e seco porta una parte a sé contigua, che di non molto intervallo sopravanza le maggiori altezze delle montagne: la qual porzione d'aria tanto meno dovrà esser renitente alla conversion terrestre, quanto che ella è ripiena di vapori fumi ed esalazioni, materie tutte participanti delle qualità terrene, e per conseguenza atte nate per lor natura a i medesimi movimenti. Ma dove mancassero le cause del moto, cioè dove la superficie del globo avesse grandi spazii piani e meno vi fusse della mistione de i vapori terreni, quivi cesserebbe in parte la causa per la quale l'aria ambiente dovesse totalmente obbedire al rapimento della conversion terrestre; sì che in tali luoghi, mentre che la Terra si volge verso oriente, si devrebbe sentir continuamente un vento che ci ferisse spirando da levante verso ponente, e tale spiramento devrebbe farsi più sensibile dove la vertigine del globo fusse più veloce; il che sarebbe ne i luoghi più remoti da i poli e vicini al cerchio massimo della diurna conversione. Ma già *de facto* l'esperienza applaude molto a questo filosofico discorso: poiché ne gli ampi mari e nelle lor parti lontane da terra e sottoposte alla zona torrida, cioè comprese da i tropici, dove anco l'evaporazioni terrestri mancano, si sente una perpetua aura muovere da oriente, con tenor tanto costante, che le navi mercé di quella prosperamente se ne vanno all'Indie Occidentali, e dalle medesime, sciogliendo da i lidi messicani, solcano co 'l medesimo favor il Mar Pacifico verso l'Indie, orientali a noi, ma occidentali a loro; dove che, per l'opposito, le navigazioni di là verso oriente son difficili ed incerte, né si possono in maniera alcuna far per le medesime strade, ma bisogna costeggiar più verso terra, per trovare altri venti, per così dire, accidentarii e tumultuarii, cagionati da altri principii, sì come noi abitanti tra terra ferma continuamente sentiamo per prova: delle quali generazioni di venti molte e diverse son le cagioni, che al presente non accade produrre; e questi venti accidentarii son quelli che indiffe-

rentemente spirano da tutte le parti della Terra, e che perturbano i mari remoti dell'equinoziale e circondati dalla superficie aspra della Terra, che tanto è quanto a dire sottoposti a quelle perturbazioni d'aria che confondono quella primaria espirazione, la quale, quando mancassero questi impedimenti accidentarii, si devrebbe perpetuamente sentire e massime sopra mare. Or vedete, come gli effetti dell'acqua e dell'aria par che maravigliosamente s'accordino con l'osservazioni celesti a confermar la mobilità del nostro globo terrestre.

Sagr. Voglio pur io ancora, per ultimo sigillo, dirvi un particolare, che mi par che vi sia incognito, e che pur viene in confermazion della medesima conclusione. Voi, signor Salviati, avete prodotto quell'accidente che trovano i naviganti dentro a i tropici, dico quella costanza perpetua del vento che gli vien da levante, del quale io ho relazione da chi più volte ha fatto quel viaggio; e di più (ch'è cosa notabile) intendo che li marinari non lo chiamano *vento*, ma con altro nome che ora non mi sovviene, preso forse dal suo tenore tanto fermo e costante, che, quando l'hanno incontrato, legano le sarte e l'altre corde delle vele, e senza mai più aver bisogno di toccarle, ancora dormendo, con sicurezza posson far lor cammino. Ora, questa aura perpetua è stata conosciuta per tale dal suo continuo spirare senza interrompimenti, ché quando da altri venti fusse interrotta, non sarebbe stata conosciuta per effetto singolare e differente da gli altri: dal che voglio inferire che potrebbe esser che anche il mar nostro Mediterraneo fusse partecipe d'un tale accidente, ma non osservato, come quello che frequentemente vien alterato da altri venti sopravegnenti. E questo dico io non senza gran fondamento, anzi con molto probabili conietture, le quali mi vengono da quello che ho avuto occasione d'intender mediante il viaggio che feci in Soria, andando consolo della Nazione in Aleppo: e quest'è, che tenendosi particolar registro e memoria de i giorni delle partenze e de gli arrivi delle navi ne i porti di Alessandria, d'Alessandretta e qui di Venezia, nel riscontrarne molti e molti, il che feci per mia curiosità, trovai che ragguagliata-

mente i ritorni in qua, cioè le navigazioni da levante verso ponente, per il Mediterraneo si fanno in manco tempo che le contrarie, a ragion di 25 per cento; talché si vede che sottosopra i venti da levante son più potenti che quei da ponente.

Sal. Ho caro d'aver saputo questo particolare, che arreca non piccola confermazione per la mobilità della Terra. E se bene si potrebbe dire che l'acqua tutta del Mediterraneo cali perpetuamente verso lo Stretto, come quella che debbe andare a scaricar nell'Oceano l'acque de i tanti fiumi che dentro vi sgorgano, non credo che tal corrente possa esser tanta che per sé sola bastasse a far sì notabil differenza: il che è anco manifesto dal vedersi nel Faro ricorrer l'acqua non meno verso levante che correr verso ponente.

Sagr. Io, che non ho, come il signor Simplicio, stimolo di sodisfare ad altri che a me stesso, resto da quanto si è detto appagato circa questa prima parte; però, signor Salviati, quando vi sia comodo di seguir più, sono apparecchiato ad ascoltarvi.

Sal. Farò quanto mi comandate; ma vorrei pur sentire anco il parer del signor Simplicio, dal giudizio del quale posso argumentar quanto io mi potessi prometter, circa questi miei discorsi, dalle scuole peripatetiche, se mai gli pervenissero all'orecchie.

Simpl. Non voglio che 'l mio parer vi vaglia o serva per coniettura de' giudizi d'altri, perché, come più volte ho detto, io son de' minimi in questa sorte di studii, e tal cosa sovverrà a quelli che si sono internati ne gli ultimi penetrali della filosofia, che non può sovvenire a me, che l'ho (come si dice) salutata a pena dalla soglia: tuttavia, per parer vivo, dirò che de gli effetti raccontati da voi, ed in particolare in quest'ultimo, mi pare che senza la mobilità della Terra se ne possa rendere assai suffiziente ragione con la mobilità del cielo solamente, senza introdur novità veruna, fuor che il converso di quella che voi stesso producete in campo. È stato ricevuto dalle scuole peripatetiche, l'elemento del fuoco ed anco gran parte dell'aria esser portati in giro, secondo la conversion diurna, da oriente verso occidente dal contatto del concavo dell'orbe lunare, come da vaso lor contenente.

Ora, senza discostarmi dalle vostre vestigie, voglio che determiniamo, la quantità dell'aria participante di tal moto abbassarsi sin presso alle sommità delle più alte montagne, e che anco sino in Terra arriverebbe, quando gli ostacoli delle medesime montagne non l'impedissero: che corrisponde a quello che dite voi, cioè che sì come voi affermate, l'aria circondata da i gioghi de i monti esser portata in giro dall'asprezza della Terra mobile, noi per il converso diciamo, l'elemento dell'aria tutto esser portato in volta dal moto del cielo, trattone quella parte che soggiace a i gioghi, che viene impedita dall'asprezza della Terra immobile; e dove voi dicevi, che quando tale asprezza si togliesse, si torrebbe anco all'aria l'esser rapita, noi possiam dire che rimossa la medesima asprezza, l'aria tutta continuerebbe suo movimento: onde, perché le superficie de gli ampli mari sono lisce e terse, sopra di quelle si continua il moto dell'aura, che perpetuamente spira da levante; e questo si fa più sentire nelle parti sottoposte all'equinoziale e dentro a i tropici, dove il moto del cielo è più veloce. E sì come tal movimento celeste è potente a portar seco tutta l'aria libera, così possiamo molto ragionevolmente dire che contribuisca il medesimo moto all'acqua mobile, per esser fluida e non attaccata all'immobilità della Terra; e tanto più possiamo noi ciò affermare con confidenza, quanto, per vostra confessione, tal movimento deve esser pochissimo, rispetto alla causa sua efficiente, la quale, circondando in un giorno naturale tutto 'l globo terrestre, passa molte centinaia di miglia per ora, e massime verso l'equinoziale, dove che nelle correnti del mare aperto è di pochissime miglia per ora. E così le navigazioni verso occidente verranno ad essere comode e spedite non solamente mercé dell'aura perpetua orientale, ma del corso ancora dell'acque; dal qual corso potrà anco per avventura procedere il flusso e reflusso, mediante le diverse posture de i lidi terrestri, ne i quali andando a percuoter l'acqua, può anco ritornare in dietro con movimento contrario, sì come l'esperienza ci mostra del corso de i fiumi; che secondo che l'acqua, nella disegualità delle rive, incontra qualche seno, qui l'acqua si raggira, e si vede notabilmente

ritornare in dietro. Per questo mi pare che de i medesimi effetti da i quali voi argomentate la mobilità della Terra, e la medesima adducete per cagione di quelli, si possa allegar causa concludente abbastanza, ritenendo la Terra stabile e restituendo la mobilità al cielo.

Sal. Non si può negare che il vostro discorso non sia ingegnoso ed abbia assai del probabile; dico però, probabile in apparenza, ma non già in esistenza e realtà. Egli ha due parti: nella prima rende ragione del moto continuo dell'aura orientale, ed anco di un simil moto nell'acqua; nella seconda vuol anco dal medesimo fonte attigner la causa del flusso e reflusso. La prima parte ha (come ho detto) qualche sembianza di probabilità, ma però sommamente minore di quella che noi prendiamo dal moto terrestre; la seconda è del tutto non solo improbabile, ma assolutamente impossibile e falsa. E venendo alla prima, dove si dice che 'l concavo lunare rapisce l'elemento del fuoco e tutta l'aria sino alla sommità delle più alte montagne, dico, prima, che è dubbio se ci sia l'elemento fuoco; ma posto che ci sia, si dubita grandemente dell'orbe della Luna, come anco di tutti gli altri, cioè se ci siano tali corpi solidi e vastissimi, o pure se oltre all'aria si estenda una continuata espansione di una sustanza assai più tenue e pura della nostra aria, per la quale vadiano vagando i pianeti, come or mai comincia ad esser tenuto anco da buona parte de i medesimi filosofi: ma sia in questo o in quel modo, non ci è ragione per la quale il fuoco da un semplice contatto d'una superficie, che per voi si stima esser tersissima e liscia, possa esser, secondo tutta la sua profondità, portato in volta di un moto alieno dalla sua naturale inclinazione, come diffusamente è stato provato e con sensate esperienze dimostrato dal *Saggiatore*;[9] oltre all'altra improbabilità del trasfondersi tal moto dal fuoco sottilissimo per l'aria assai più densa, e da questa anco poi nell'acqua. Ma che un corpo di superficie aspra e montuosa, nel volgersi in se stesso, conduca seco l'aria a sé contigua

[9] Cfr. *Il Saggiatore*, vol. I, p. 753.

e nella quale vanno percotendo le sue prominenze, è non pur probabile, ma necessario, e si può tuttavia vederne l'esperienza, benché, senza vederla, non credo che sia intelletto che ci ponga dubbio. Quanto all'altra parte, posto che dal moto del cielo fosse condotta l'aria ed anco l'acqua, non però tal moto avrebbe che far nulla co 'l flusso e reflusso. Imperocché, essendo che da una causa una ed uniforme non puó seguire altro che un effetto solo ed uniforme, quello che nell'acqua si devrebbe scorgere, sarebbe un corso continuato ed uniforme da levante verso ponente, ed in quel mare solamente che, ritornando in se stesso, circonda tutto 'l globo; ma ne i mari terminati, come è il Mediterraneo, racchiuso da oriente, non vi potrebbe esser tal moto, perché se l'acqua sua potesse esser cacciata dal corso del cielo verso occidente, son molti secoli che sarebbe restato asciutto: oltre che la nostra acqua non corre solamente verso occidente, ma ritorna in dietro verso levante, e con periodi ordinati. E se ben voi dite, con l'esempio de i fiumi, che benché il corso del mare fusse originariamente il solo da oriente in occidente, tuttavia la diversa postura de i lidi può far rigurgitare parte dell'acqua in dietro, ciò vi concedo; ma bisogna, signor Simplicio mio, che voi avvertiate, che dove l'acqua per tal cagione ritorna in dietro, vi ritorna perpetuamente, e dove ella corre a dirittura, vi corre sempre nell'istesso modo, ché così vi mostra l'esempio de i fiumi; ma nel caso del flusso e reflusso, bisogna trovare e produr ragione di far che nell'istesso luogo ora corra per un verso ed ora per l'opposito, effetti che, essendo contrarii e difformi, voi non potrete mai dedurre da una causa uniforme e costante. E questo con che s'atterra questa posizione del moto contribuito al mare dal movimento diurno del cielo, abbatte ancora quella di chi volesse ammetter il moto solo diurno della Terra, e credesse con quello solo poter render ragione del flusso e reflusso; del qual effetto, perché è difforme, bisogna necessariissimamente che difforme ed alterabile sia la cagione.

Simpl. Io non ho che replicare, né del mio proprio, per la debolezza del mio ingegno, né di quel d'altri, per la novità

dell'opinione; ma crederei bene, che quando la si spargesse per le scuole, non mancherebbero filosofi che la saprebbero impugnare.

Sagr. Aspetteremo dunque una tale occasione: e noi tra tanto, se così vi piace, signor Salviati, procederemo avanti.

Sal. Tutto quello che sin qui si è detto, appartiene al periodo diurno del flusso e reflusso, del quale prima si è dimostrata in genere la cagion primaria ed universale, senza la quale nulla di tale effetto seguirebbe; di poi, passando a gli accidenti particolari, varii ed in certo modo sregolati, che in esso si osservano, si son trattate le cause secondarie e concomitanti, onde essi dependono. Seguono ora gli altri due periodi, mestruo ed annuo, li quali non arrecano accidenti nuovi e diversi, oltre a i già considerati nel periodo diurno, ma operano ne i medesimi con rendergli maggiori e minori in diverse parti del mese lunare ed in diversi tempi dell'anno solare, quasi che e la Luna e il Sole entrino a parte nell'opera e nella produzion di tali effetti: cosa che totalmente repugna al mio intelletto, il quale, vedendo come questo de i mari è un movimento locale e sensato, fatto in una mole immensa d'acqua, non può arrecarsi a sottoscrivere a lumi, a caldi temperati, a predominii per qualità occulte ed a simili vane immaginazioni, le quali *tantum abest* che siano o possano esser cause del flusso, che per l'opposito il flusso è causa di quelle, cioè di farle venire ne i cervelli atti più alla loquacità ed ostentazione, che alla specolazione ed investigazione dell'opere più segrete di natura; li quali, prima che ridursi a profferir sulla savia ingenua e modesta parola *Non lo so*, scorrono a lasciarsi uscir di bocca, ed anco della penna, qual si voglia grande esorbitanza. Ed il veder solamente che la medesima Luna e 'l medesimo Sole non operano, co 'l lor lume, co 'l moto, co 'l caldo grande o col temperato, ne i minori ricetti d'acqua, anzi, che a volerla per caldo far sollevare bisogna ridurla poco meno che al bollire, ed in somma non poter noi artifiziosamente immitar in verun modo i movimenti del flusso, salvo che co 'l moto del vaso, non dovrebbe egli assicurare ogn'uno, tutte l'altre cose prodotte per cause di tale effetto

esser vane fantasie e del tutto aliene dal vero? Dico per tanto, che se è vero che di un effetto una sola sia la cagion primaria, e che tra la causa e l'effetto sia una ferma e costante connessione, necessaria cosa è che qualunque volta si vegga alterazione ferma e costante nell'effetto, ferma e costante alterazione sia nella causa: e perché le alterazioni che accaggiono a i flussi e reflussi in diverse parti dell'anno e del mese hanno lor periodi fermi e costanti, è forza dire che regolata alterazione ne i medesimi tempi accaggia nella cagion primaria de i flussi e reflussi. L'alterazione poi che si trova ne i detti tempi ne i flussi e reflussi, non consiste in altro che nella lor grandezza, cioè nell'alzarsi ed abbassarsi più o meno le acque, e nel correr con impeto maggiore o minore; adunque è necessario che quello che è cagion primaria del flusso e reflusso, ne i detti tempi determinati accresca o diminuisca la sua forza. Ma già si è concluso, la disegualità e difformità del moto de i vasi contenenti l'acqua esser causa primaria de i flussi e reflussi; adunque bisogna che tal difformità di tempo in tempo corrispondentemente si difformi più, cioè si faccia maggiore e minore. Ora convien che ci ricordiamo come la difformità, cioè la diversa velocità di moto de i vasi, cioè delle parti della superficie terrestre, depende dal muoversi loro del movimento composto resultante dall'accoppiamento de i due moti annuo e diurno proprii dell'intero globo terrestre; de i quali la vertigine diurna, co 'l suo ora aggiugnere ed or detrarre al movimento annuo, è quella che produce la difformità nel moto composto; talché ne gli additamenti e suttrazioni che fa la vertigine diurna al moto annuo, consiste l'originaria cagione del moto difforme dei vasi, ed in conseguenza del flusso e reflusso: in guisa tale, che quando questi additamenti e suttrazioni si facesser sempre con la medesima proporzione verso 'l moto annuo, continuerebbe ben la causa del flusso e reflusso, ma però di farsi perpetuamente nell'istesso modo. Ma noi abbiam bisogno di trovar la cagione del farsi i medesimi flussi e reflussi, in diversi tempi, maggiori e minori; adunque bisogna (se vogliamo ritener l'identità della causa) ritrovar alterazione in questi additamenti

e suttrazioni, che gli faccia più e meno potenti nel produr quelli effetti che da loro dependono. Ma tal potenza ed impotenza non veggo che si possa indurre se non co 'l fare i medesimi additamenti e suttrazioni or maggiori ed or minori, sì che l'accelerazione e 'l ritardamento del moto composto si faccia or con maggiore ed or con minor proporzione.

Sagr. Io mi sento molto placidamente guidar per mano: e bench'io non trovi intoppi per la strada, tuttavia, a guisa di cieco, non veggo dove la vostra scorta mi conduca, né so immaginarmi dove tal viaggio abbia a terminare.

Sal. Ancorché gran differenza sia tra 'l mio lento filosofare e il vostro velocissimo discorso, tuttavia in questo particolare, che ora abbiamo alle mani, non voglio maravigliarmi che la perspicacità del vostro ingegno resti ancora offuscata dalla caligine alta ed oscura che ci nasconde il termine al quale noi camminiamo: e cessa la mia maraviglia nel rimembrarmi quant'ore, quanti giorni, e più quante notti, abbia io trapassate in questa specolazione, e quante volte, disperato di poterne venire a capo, abbia, per consolazion di me medesimo, fatto forza di persuadermi, a guisa dell'infelice Orlando, che potesse non esser vero quello che tuttavia la testimonianza di tanti uomini degni di fede mi rappresentava innanzi a gli occhi. Non vi maravigliate dunque se questa volta, contro al vostro consueto, non prevedete il segno; e se pur vi maravigliate, credo che la riuscita, per quanto posso giudicare assai inopinata, vi farà cessar la maraviglia.

Sagr. Ringrazio dunque Iddio dell'avere Egli ovviato, che tal disperazione non traesse voi all'esito che si favoleggia del misero Orlando, né a quello che forse non men favolosamente s'intende d'Aristotile, acciocché né io né altri restasse privo del ritrovamento di cosa tanto recondita quanto desiderata. Pregovi dunque che, quanto prima si possa, satolliate la mia famelica avidità.

Sal. Eccomi a sodisfarvi. Eramo ridotti a ritrovare in qual maniera gli additamenti e suttrazioni della vertigine terrestre sopra 'l moto annuo potessero farsi or con mag-

giore ed or con minore proporzione, la qual diversità, e non altra cosa, poteva assegnarsi per cagion delle alterazioni mestrue ed annue che si veggono nella grandezza de i flussi e reflussi. Considero adesso come questa proporzione de gli additamenti e suttrazioni della vertigine diurna e del moto annuo può farsi maggiore e minore in tre maniere. L'una è co 'l crescere e diminuire la velocità del moto annuo, ritenendo gli additamenti e suttrazioni, fatte dalla vertigine diurna, nella medesima grandezza; perché, per essere il moto annuo circa tre volte maggiore, cioè più veloce, del moto diurno (considerato anco nel cerchio massimo), se noi di nuovo l'accresceremo, minore alterazione gli arrecheranno le giunte o suttrazioni del moto diurno; ma, per l'opposito, facendolo più tardo, verrà con proporzion maggiore alterato dal medesimo moto diurno; in quel modo che l'accrescere o detrarre quattro gradi di velocità a quello che si muove con venti gradi, altera meno il suo corso che non farebbero i medesimi quattro gradi aggiunti o detratti a uno che si movesse solamente con 10 gradi. La seconda maniera sarebbe con far maggiori o minori gli additamenti e le suttrazioni, ritenendo il moto annuo nell'istessa velocità: il che è tanto facile da intendersi, quanto è manifesto che una velocità, verbigrazia, di 20 gradi più si altera con l'aggiunta o suttrazione di 10 gradi, che con la giunta o suttrazione di 4. La terza maniera sarebbe quando queste due si congiugnessero insieme, diminuendo il moto annuo e crescendo le giunte e suttrazioni diurne. Sin qui, come voi vedete, non è stato difficile il pervenire; ma ben è egli stato a me laborioso il ritrovare in qual maniera ciò possa effettuarsi in natura. Pur finalmente trovo che ella mirabilmente se ne serve, e con modi quasi inopinabili: dico mirabili ed inopinabili a noi, ma non a lei, la quale anco le cose all'intelletto nostro d'infinito stupore opera ella con somma facilità e semplicità; e quello che a noi è difficilissimo a intendersi, a quella è agevolissima a farsi. Passando ora più avanti, ed avendo dimostrato come la proporzione tra gli additamenti e suttrazioni della vertigine e 'l moto annuo si può far maggiore e minore in due maniere (e dico in due, perchè la terza

vien composta delle due prime), aggiungo che la natura di amendue si serve; e di più soggiungo, che quando ella si servisse di una sola, bisognerebbe tor via una delle due alterazioni periodiche: cesserebbe quella del periodo mestruo, se 'l movimento annuo non si alterasse; e quando le giunte e suttrazioni della vertigine diurna si mantenesser continuamente eguali, mancherebbero le alterazioni del periodo annuo.

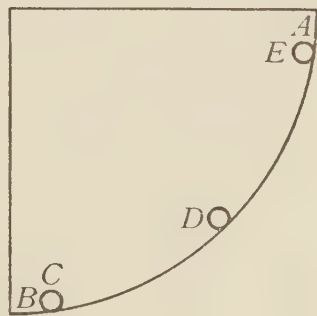
Sagr. Adunque l'alterazione mestrua de' flussi e reflussi depende dall'alterazion del moto annuo della Terra? e l'alterazione annua de' medesimi flussi e reflussi deriva da gli additamenti e suttrazioni della vertigine diurna? Ora mi ritrovo io più confuso che mai, e più fuori di speranza d'avere a poter restar capace come stia questo intralciamento, più intrigato, al mio parere, del nodo Gordiano; ed invidio il signor Simplicio, dal cui silenzio argomento che ei resti capace del tutto, e libero da quella confusione che grandemente a me ingombra la fantasia.

Simpl. Credo veramente, signor Sagredo, che voi vi ritroviate confuso, e credo di sapere anco la causa della vostra confusione; la quale, per mio avviso, nasce, che delle cose portate da poco in qua dal signor Salviati, parte ne intendete e parte no. È anche vero ch'io mi trovo fuori di confusione, ma non per quella causa che voi credete, cioè perché io resti capace del tutto, anzi ciò mi avviene dal contrario, cioè dal non capir nulla; e la confusione è nella pluralità delle cose, e non nel niente.

Sagr. Vedete, signor Salviati, come alcune sbrigliatelle che si son date ne i giorni passati al signor Simplicio, l'hanno reso mansueto, e di saltatore cangiato in una chinea. Ma, di grazia, senza più indugio cavateci amendue di travaglio.

Sal. Farò forza quanto potrò alla mia dura espressiva, alla cui ottusità supplirà l'acutezza del vostro ingegno. Due sono gli accidenti de' quali doviamo investigar le cagioni: il primo riguarda le diversità che accascano ne' flussi e reflussi nel periodo mestruo; e l'altro appartiene al periodo annuo: prima parleremo del mestruo, poi tratteremo dell'annuo; e tutto convien che risolviamo secondo i fonda-

menti e ipotesi già stabilite, senza introdur novità alcuna, né in astronomia né nell'universo, in grazia de i flussi e reflussi, ma dimostriamo che di tutti i diversi accidenti che in essi si scorgono, le cause riseggono nelle cose già conosciute, e ricevute per vere ed indubitate. Dico per tanto, cosa vera, naturale, anzi necessaria, essere che un medesimo mobile, fatto muovere in giro dalla medesima virtù movente, in più lungo tempo faccia suo corso per un cerchio maggiore che per un minore; e questa è verità ricevuta da tutti, e confermata da tutte l'esperienze, delle quali ne produrremo alcuna. Ne gli oriuoli da ruote, ed in particolare ne i grandi, per temperare il tempo accomodano i loro artefici certa asta volubile orizontalmente, e nelle sue estremità attaccano due pesi di piombo; e quando il tempo andasse troppo tardo, co 'l solo avvicinare alquanto i detti piombi al centro dell'asta, rendono le sue vibrazioni più frequenti; ed all'incontro per ritardarlo, basta ritirare i medesimi pesi più verso l'estremità, perché così le vibrazioni si fanno più rade, ed in conseguenza gl'intervalli dell'ore si allungano. Qui la virtù movente è la medesima, cioè il contrappeso, i mobili sono i medesimi piombi, e le vibrazioni loro son più frequenti quando sono più vicini al centro, cioè quando si muovono per minori cerchi. Sospendansi pesi equali da corde diseguali, e rimossi dal perpendicolo lascinsi in libertà; vedremo gli appesi a corde più brevi fare lor vibrazioni sotto più brevi tempi, come quelli che si muovono per cerchi minori. Ma più: attacchisi un tal peso a una corda la quale cavalchi un chiodo fermato nel palco, e voi tenete l'altro capo della corda in mano, ed avendo data l'andata al pendente peso, mentre ci va facendo sue vibrazioni, tirate il capo della corda che avete in mano, sì che il peso si vadia alzando; vedrete nel suo sollevarsi crescer la frequenza delle sue vibrazioni, come quelle che si vanno facendo continuamente per cerchi minori. E qui voglio che notiate due particolari, degni d'esser saputi. Uno è, che le vibrazioni di un tal pendolo si fanno con tal necessità sotto tali determinati tempi, che è del tutto impossibile il fargliele far sotto altri tempi, salvo che con allungargli o abbreviargli la corda; del che potete anco di

presente con l'esperienza accertarvi, legando un sasso a uno spago e tenendo l'altro capo in mano, tentando se mai, per qualunque artifizio si usi, vi possa succedere di farlo andare in qua ed in là sotto altro che un determinato tempo, fuor che con allungare o scorciar lo spago; che assolutamente vedrete essere impossibile. L'altro particolare, veramente maraviglioso, è che il medesimo pendolo fa le sue vibrazioni con l'istessa frequenza, o pochissimo e quasi insensibilmente differente, sien elleno fatte per archi grandissimi o per piccolissimi dell'istessa circonferenza. Dico che se noi rimoveremo il pendolo dal perpendicolo uno, due o tre gradi solamente, o pure lo rimuoveremo 70, 80, ed anco sino a una quarta intera, lasciato in sua libertà farà nell'uno e nell'altro caso le sue vibrazioni con la medesima frequenza, tanto le prime, dove ha da muoversi per un arco di 4 o 6 gradi, quanto le seconde, dove ha da passare archi di 160 o più gradi: il che più manifestamente si vedrà con sospender due pesi eguali da due fili egualmente lunghi, rimovendone poi dal perpendicolo uno per piccola distanza e l'altro per grandissima, li quali, posti in libertà, andranno e torneranno sotto gl'istessi tempi, quello per archi assai piccoli, e questo per grandissimi. Dal che ne séguita la conclusione d'un problema bellissimo: che è che, data una quarta di cerchio (ne segnerò qui in terra un poco di figura), qual sarebbe questa *A B*, eretta all'orizonte sì che insista su 'l piano toccando nel punto *B*, e fatto un arco con una tavola ben pulita e liscia dalla parte concava, piegandola secondo la curvità della circonferenza *A D B*, sì che una palla ben rotonda e tersa vi possa liberamente scorrer dentro (la cassa di un vaglio è accomodata a tale esperienza [10]), io dico che posta la palla in qualsivoglia luogo, o vicino o lontano dall'infimo termine *B*, come sarebbe mettendola nel punto *C*

[10] Cfr., oltre la citata lettera a Guidobaldo del Monte, anche i *Discorsi intorno a due nuove scienze*, pp. 668 segg.

o vero qui in *D* o in *E*, e lasciata in libertà, in tempi eguali o insensibilmente differenti arriverà al termine *B*, partendosi dal *C* o dal *D* o dall'*E* o da qualsivoglia altro luogo: accidente veramente maraviglioso. Aggiugnete un altro accidente, non men bello di questo: che è che anco per tutte le corde tirate dal punto *B* a i punti *C*, *D*, *E* ed a qualunque altro, non solamente preso nella quarta *B A*, ma in tutta la circonferenza del cerchio intero, il mobile stesso scenderà in tempi assolutamente eguali; talché in tanto tempo scenderà per tutto 'l diametro eretto a perpendicolo sopra il punto *B*, in quanto scenderà per la *B C*, quando bene ella suttendesse a un sol grado o a minore arco. Aggiugnete l'altra maraviglia, qual è che i moti de i cadenti fatti per gli archi della quarta *A B* si fanno in tempi più brevi che quelli che si fanno per le corde de i medesimi archi: talché il moto velocissimo e fatto nel tempo brevissimo da un mobile per arrivare dal punto *A* al termine *B* sarà quello che si farà non per la linea retta *A B* (ancor che sia la brevissima di tutte quelle che tirar si possono tra i punti *A*, *B*), ma, per la circonferenza *A D B*; e preso anco qualsivoglia punto nel medesimo arco, qual sia, verbigrazia, il punto *D*, e tirate due corde *A D*, *D B*, il mobile, partendosi dal punto *A*, in manco tempo giugnerà al *B* venendo per le due corde *A D*, *D B*, che per la sola *A B*; ma brevissimo sopra tutti i tempi sarà quello della caduta per l'arco *A D B*: e gli stessi accidenti intendansi di tutti gli altri archi minori, presi dall'infimo termine *B* in su.

Sagr. Non più, non più, ché voi mi ingombrate sì di maraviglia, ed in tante bande mi distraete la mente, ch'io dubito che piccola parte sarà quella che mi resterà libera e sincera per applicarla alla materia principale che si tratta, e che pur troppo è per se stessa oscura e difficile. Vi pregherò bene che vogliate favorirmi, spedita che aviamo la specolazione de i flussi e reflussi, di esser altri giorni ancora a onorar questa mia e vostra casa, ed a discorrer sopra tanti altri problemi che aviamo lasciati in pendente, e che forse non son men curiosi e belli di questo che si è trattato ne i passati giorni e che oggi dovrà terminarsi.

Sal. Sarò a servirvi; ma più di una e di due sessioni bisognerà che facciamo, se, oltre all'altre quistioni riserbate a trattarsi appartatamente, vorremo aggiugnerci le tante attenenti al moto locale, tanto de i mobili naturali quanto de i proietti, materia diffusamente trattata dal nostro Accademico Linceo. Ma tornando al nostro primo proposito, dove eravamo su il dichiarare come de i mobili circolarmente da virtù motrice, che continuamente si conservi la medesima, i tempi delle circolazioni erano prefissi e determinati, ed impossibili a farsi più lunghi o più brevi, avendone dati esempi e portate esperienze sensate e fattibili da noi, possiamo la medesima verità confermare con le esperienze de i movimenti celesti de i pianeti, ne i quali si vede mantener l'istessa regola: che quelli che si muovono per cerchi maggiori, più tempo consumano in passargli. Speditissima osservazione di questo abbiamo da i pianeti Medicei, che in tempi brevi fanno loro revoluzioni intorno a Giove. Talché non è da metter dubbio, anzi possiamo tener per fermo e sicuro, che quando, per esempio, la Luna, seguitando di esser mossa dalla medesima facoltà movente, fusse ritirata a poco a poco in cerchi minori, ella acquisterebbe disposizione di abbreviare i tempi de i suoi periodi, conforme a quel pendolo del quale, nel corso delle sue vibrazioni, andavamo abbreviando la corda, cioè scorciando il semidiametro delle circonferenze da lui passate. Sappiate ora che questo, che della Luna ho portato per esempio, avviene e si verifica essenzialmente in fatto. Rammemoriamoci che già fu concluso da noi, insieme co 'l Copernico, non esser possibile separar la Luna dalla Terra, intorno alla quale, senza controversia, si muove in un mese: ricordiamoci parimenti che il globo terrestre, accompagnato pur sempre dalla Luna, va per la circonferenza dell'orbe magno intorno al Sole in un anno, nel qual tempo la Luna si rivolge intorno alla Terra quasi 13 volte; dal qual rivolgimento séguita che essa Luna talor si trovi vicina al Sole, cioè quando è tra 'l Sole e la Terra, e talora assai più lontana, che è quando la Terra riman tra la Luna e il Sole: vicina, in somma, nel tempo della sua congiunzione e novilunio; lontana, nel plenilunio ed opposizione; e

la massima lontananza e la massima vicinità differiscono per quanto è grande il diametro dell'orbe lunare. Ora, se è vero che la virtù che muove la Terra e la Luna intorno al Sole si mantenga sempre del medesimo vigore; e se è vero che il medesimo mobile, mosso dalla medesima virtù, ma in cerchi diseguali, in tempi più brevi passi archi simili de i cerchi minori; bisogna necessariamente dire che la Luna quando è in minor distanza dal Sole, cioè nel tempo della congiunzione, archi maggiori passi dell'orbe magno, che quando è in maggior lontananza, cioè nell'opposizione e plenilunio: e questa lunare inegualità convien che sia participata dalla Terra ancora. Imperocché, se noi intenderemo una linea retta prodotta dal centro del Sole per il centro del globo terrestre, e prolungata sino all'orbe lunare, questa sarà il semidiametro dell'orbe magno, nel quale la Terra, quando fusse sola, si moverebbe uniformememte; ma se nel medesimo semidiametro collocheremo un altro corpo da esser portato, ponendolo una volta tra la Terra e il Sole, ed un'altra volta oltre alla Terra in maggior lontananza dal Sole, è forza che in questo secondo caso il moto comune di amendue secondo la circonferenza dell'orbe magno, mediante la lontananza della Luna, riesca alquanto più tardo che nell'altro caso, quando la Luna è tra la Terra e 'l Sole, cioè in minor distanza: talché in questo fatto accade giusto quel che avviene nel tempo dell'oriuolo, rappresentandoci la Luna quel piombo che s'attacca or più lontano dal centro, per far le vibrazioni dell'asta men frequenti, ed ora più vicino, per farle più spesse. Di qui può esser manifesto, come il movimento annuo della Terra nell'orbe magno e sotto l'eclittica non è uniforme, e come la sua difformità deriva dalla Luna ed ha suoi periodi e restituzioni mestrue. E perché si era concluso, le alterazioni periodiche, mestrue ed annue, de i flussi e reflussi non poter derivare da altra cagione che dall'alterata proporzione tra il moto annuo e gli additamenti e suttrazioni della vertigine diurna; e tale alterazione poteva farsi in due modi, cioè con l'alterare il moto annuo, ritenendo ferma la quantità de gli additamenti, o co 'l mutar la grandezza di questi, mantenendo l'unifor-

mità del moto annuo; già abbiamo ritrovato il primo di questi due modi, fondato sopra la difformità del moto annuo, dependente dalla Luna e che ha i suoi periodi mestrui: è dunque necessario che per tal cagione i flussi e reflussi abbiano un periodo mestruo, dentro al quale si facciano maggiori e minori. Ora vedete come la causa del periodo mestruo risiede nel moto annuo, ed insieme vedete ciò che ha che far la Luna in questo negozio, e come ella ci entra a parte senza aver che fare niente né con mari né con acque.

Sagr. Se a uno che non avesse cognizione di veruna sorte di scale fusse mostrata una torre altissima, e domandatogli se gli desse l'animo d'arrivare alla sua suprema altezza, credo assolutamente che direbbe di no, non comprendendo che in altro modo che co 'l volare vi si potesse pervenire; ma mostrandosegli una pietra non più alta di mezo braccio ed interrogandolo se sopra quella credessi di poter montare, son certo che risponderebbe di sì, ed anco non negherebbe che non una sola, ma 10, 20 e 100 volte, agevolmente salir vi potrebbe: per lo che, quando se gli mostrassero le scale, co 'l mezo delle quali, con l'agevolezza da lui conceduta, si poteva pervenire colà dove poco fa aveva affermato esser impossibile di arrivare, credo che, ridendo di se stesso, confesserebbe il suo poco avvedimento. Voi, signor Salviati, mi avete di grado in grado tanto soavemente guidato, che non senza meraviglia mi trovo giunto con minima fatica a quell'altezza dove io credeva non potersi arrivare; è ben vero che, per esser stata la scala buia, non mi sono accorto d'essermi avvicinato né pervenuto alla cima se non dopo che, uscendo all'aria luminosa, ho scoperto gran mare e gran campagna: e come nel salire un grado non è fatica veruna, così ad una ad una delle vostre proposizioni mi son parse tanto chiare, che, sopraggiugnendomi poco o nulla di nuovo, piccolo o nulla mi sembrava essere il guadagno; onde tanto maggiormente si accresce in me la maraviglia per l'inopinata riuscita di questo discorso, che mi ha scorto all'intelligenza di cosa ch'io stimava inesplicabile. Una difficultà mi rimane solamente, dalla quale desidero di esser liberato; e questa è, che se 'l movimento della Terra insieme con quel

della Luna sotto 'l zodiaco sono irregolari, dovrebbe tale irregolarità essere stata osservata e notata dagli astronomi, il che non so che sia seguito; però voi, che più di me sete di queste materie informato, liberatemi dal dubbio, e ditemi come sta il fatto.

Sal. Molto ragionevolmente dubitate: ed io all'instanza rispondendo, dico che benché l'astronomia nel corso di molti secoli abbia fatto gran progressi, nell'investigar la constituzione e i movimenti de i corpi celesti, non però è ella sin qui arrivata a segno tale, che moltissime cose non restino indecise, e forse ancora mol'altre occulte. È da credere che i primi osservatori del cielo non conoscessero altro che un moto comune a tutte le stelle, quale è questo diurno: crederò bene che in pochi giorni si accorgessero che la Luna era incostante nel tener compagnia all'altre stelle, ma che scorressero ben poi molti anni prima che si distinguessero tutti i pianeti; ed in particolare penso che Saturno, per la sua tardità, e Mercurio, per il vedersi di rado, fussero de gli ultimi ad esser conosciuti per vagabondi ed erranti. Molti più anni è da credere che passassero avanti che fussero osservate le stazioni e retrogradazioni de i tre superiori, come anco gli accostamenti e discostamenti dalla Terra, occasioni necessarie dell'introdur gli eccentrici e gli epicicli, cose incognite sino ad Aristotile, già che ei non ne fa menzione. Mercurio e Venere con le loro ammirande apparizioni quanto hanno tenuto sospeso gli astronomi nel risolversi, non che altro, circa il sito loro? Talché qual sia l'ordine solamente de i corpi mondani e la integrale struttura delle parti dell'universo da noi conosciute, è stata dubbia sino al tempo del Copernico, il quale ci ha finalmente additata la vera costituzione ed il vero sistema secondo il quale esse parti sono ordinate; sì che noi siamo certi che Mercurio, Venere e gli altri pianeti si svolgono intorno al Sole, e che la Luna si volge intorno alla Terra. Ma come poi ciascun pianeta si governi nel suo rivolgimento particolare e come stia precisamente la struttura dell'orbe suo, che è quella che vulgarmente si chiama la sua teorica, non possiamo noi per ancora indubitatamente risolvere: testimonio ce ne sia Marte, che

tanto travaglia i moderni astronomi; ed alla Luna stessa sono state assegnate variate teoriche, dopo l'averla il medesimo Copernico mutata assai da quella di Tolomeo. E per descender più al nostro particolare, cioè al moto apparente del Sole e della Luna, di quello è stato osservato certa grande inegualità, per la quale in tempi assai differenti e' passa li due mezi cerchi dell'eclittica, divisi da i punti de gli equinozii; nel passar l'uno de i quali egli consuma circa a nove giorni di più che nel passar l'altro, differenza, come vedete, molto grande e notabile. Ma se nel passare archi piccoli, quali sarebbono, per esempio, i 12 segni, e' mantenga un moto regolarissimo, o pure proceda con passi or più veloci alquanto ed or più lenti, come è necessario che segua quando il movimento annuo sia solo in apparenza del Sole, ma in realtà della Terra accompagnata dalla Luna, ciò non è stato sin qui osservato, né forse ricercato. Della Luna poi, le cui restituzioni sono state investigate principalmente in grazia de gli eclissi, per i quali basta aver esatta cognizione del moto suo intorno alla Terra, non si è parimente con intera curiosità ricercato qual sia il suo progresso per gli archi particolari del zodiaco. Che dunque la Terra e la Luna nello scorrer per il zodiaco, cioè per la circonferenza dell'orbe magno, si accelerino alquanto ne' novilunii e si ritardino ne' plenilunii, non deve mettersi in dubbio perché tal inegualità non si sia manifestata: il che per due ragioni è accaduto; prima, perchè non è stata ricercata; secondariamente poi, perché ella può essere non molto grande. Né molto grande fa di bisogno che ella sia per produr l'effetto che si vede nell'alterazione delle grandezze de i flussi e reflussi perché non solamente tali alterazioni, ma gli stessi flussi e reflussi, son piccola cosa rispetto alla grandezza de' suggetti in cui si esercitano, ancor che rispetto a noi ed alla nostra piccolezza sembrino cose grandi. Imperocché l'aggiugnere o scemare un grado di velocità dove ne sono naturalmente 700 o 1000, non si può chiamar grande alterazione né in chi lo conferisce né in chi lo riceve: l'acqua del mar nostro, portata dalla vertigine diurna, fa circa 700 miglia per ora (che è il moto comune alla Terra ed ad essa,

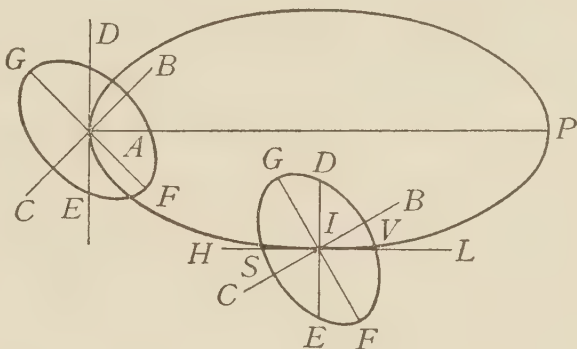
e però impercettibile a noi); quello che nelle correnti ci si fa sensibile, non è di un miglio per ora (parlo nel mare aperto e non ne gli stretti), e questo è quello che altera il movimento primo, naturale e magno: e tale alterazione è assai rispetto a noi ed a i navilli, perché a un vassello che dalla forza de i remi ha di fare nell'acqua stagnante, verbigrazia, 3 miglia per ora, in quella tal corrente dall'averla in favore all'averla contro importerà il doppio del viaggio; differenza notabilissima nel moto della barca, ma piccolissima nel movimento del mare, che viene alterato per la sua settecentesima parte. L'istesso dico dell'alzarsi ed abbassarsi uno o tre piedi, ed a pena quattro o cinque nell'estremità del seno lungo due mila o più miglia e dove sono profondità di centinaia di piedi; questa alterazione è assai meno, che se, in una delle barche che conducon l'acqua dolce, essa acqua, nell'arrestarsi la barca, s'alzasse alla prua quant'è la grossezza d'un foglio. Concludo per tanto, piccolissime alterazioni rispetto all'immensa grandezza e somma velocità de i mari esser bastanti per fare in essi mutazioni grandi in relazione alla piccolezza nostra e di nostri accidenti.

Sagr. Rimango pienamente sodisfatto quanto a questa parte; resta da dichiararci come quelli additamenti e suttrazioni derivanti dalla vertigine diurna si facciano or maggiori ed or minori; dalla quale alterazione ci accennaste che dependeva il periodo annuo de gli accrescimenti e diminuzioni de' flussi e reflussi.

Sal. Farò ogni possibile sforzo per lasciarmi intendere; ma la difficoltà dell'accidente stesso, e la grand'astrazion di mente che ci vuol per capirlo, mi sgomentano. La disegualità de gli additamenti e suttrazioni che la vertigine diurna fa sopra 'l moto annuo, depende dall'inclinazione dell'asse del moto diurno sopra 'l piano dell'orbe magno o vogliamo dire dell'eclittica, mediante la quale inclinazione l'equinoziale sega essa eclittica, restando sopra di lei inclinato ed obliquo secondo la medesima inclinazion dell'asse: e la quantità de gli additamenti viene a importar quanto è tutto il diametro di esso equinoziale, stante il centro della Terra ne i punti solstiziali; ma fuor di quelli importa manco

e manco, secondo che esso centro si va avvicinando a i punti degli equinozii, dove tali additamenti son minori che in tutti gli altri luoghi. Questo è il tutto, ma involto in quella oscurità, che voi vedete.

Sagr. Anzi pure in quella ch'io non veggo, perché sin ora non comprendo nulla.

Sal. Già l'ho io predetto: tuttavia proveremo se co 'l disegnarne un poco di figura si potesse guadagnar qualche lume, se bene meglio sarebbe il rappresentarla con corpi solidi che con semplici disegni; pure ci aiuteremo con la prospettiva e con gli scorci. Segnamo dunque, come di sopra, la circonferenza dell'orbe magno, nella quale intendasi il punto *A* essere uno de i solstiziali, ed il diametro *A P* la comun sezione del coluro de' solstizi e del piano dell'orbe magno o vogliam dire dell'eclittica, ed in esso punto *A* esser locato il centro del globo terrestre, l'asse del quale *C A B*, inclinato sopra il piano dell'orbe magno, cade nel piano del detto coluro, che passa per amendue gli assi dell'equinoziale e dell'eclittica; e per minor confusione segneremo il solo cerchio equinoziale, notandolo con questi caratteri *D G E F*, del quale la comun sezione col piano dell'orbe magno sia la linea *D E*, sì che la metà di esso equinoziale *D F E* rimarrà inclinata sotto il piano dell'orbe magno, e l'altrà metà *D G E* elevata sopra. Intendasi ora, la revoluzione di esso equinoziale farsi secondo la conseguenza de i punti *D*, *G*, *E*, *F*, ed il moto del centro da *A* verso *E*: e perché, stante il centro della Terra in *A*, l'asse *C B* (che è eretto al diametro dell'equinoziale *D E*) cade, come si è detto, nel coluro de' solstizii, la comun sezione del quale e dell'orbe magno è il diametro *P A*, sarà essa linea *P A* perpendicolare alla medesima *D E*, per esser il coluro eretto all'orbe magno, e però essa *D E* sarà la tangente dell'orbe magno nel punto *A*; talché in questo stato

il moto del centro per l'arco *A E*, che è di un grado per giorno, pochissimo differisce, anzi è come se fusse fatto per la tangente *D A E*. E perché per la vertigine diurna il punto *D* portato per *G* in *E* accresce al moto del centro, mosso quasi per la medesima linea *D E*, tanto quanto è tutto il diametro *D E*, ed all'incontro altrettanto diminuisce movendosi per l'altro mezo cerchio *E F D*, saranno gli additamenti e suttrazioni in questo luogo, cioè nel tempo del solstizio, misurati da tutto il diametro *D E*.

Passiamo ora a vedere se ne i tempi de gli equinozii e' siano della medesima grandezza; e trasportando il centro della Terra nel punto *I*, lontano per una quarta dal punto *A*, intendiamo il medesimo equinoziale *G E F D*, la sua comun sezione con l'orbe magno *D E*, l'asse con la medesima inclinazione *C B*; ma la tangente dell'orbe magno nel punto to *I* non sarà più la *D E*, ma un'altra che la segherà ad angoli retti, e sia questa notata *H I L*, secondo la quale verrà ad essere incamminato il moto del centro *I*, procedente per la circonferenza dell'orbe magno. Ora in questo stato gli additamenti e suttrazioni non si misurano più nel diametro *D E*, come prima si fece, perché, non si distendendo tal diametro secondo la linea del moto annuo *H L*, anzi segandola ad angoli retti, niente promuovono o detraggono essi termini *D*, *E*; ma gli additamenti e suttrazioni s'hanno a prendere da quel diametro che cade nel piano eretto al piano dell'orbe magno e che lo sega secondo la linea *H L*, il qual diametro sarà adesso questo *G F*: ed il moto addiettivo, per così dire, sarà il fatto dal punto *G* per il mezzo cerchio *G E F*, e l'ablativo sarà il restante, fatto per l'altro mezo cerchio *F D G*. Ora questo diametro, per non esser nella medesima linea *H L* del moto annuo, anzi perché la sega, come si vede, nel punto *I*, restando il termine *G* elevato sopra ed *F* depresso sotto il piano dell'orbe magno, non determina gli additamenti e suttrazioni secondo tutta la sua lunghezza; ma devesi la quantità di quelli prendere dalla parte della linea *H L* che rimane intercetta tra le perpendicolari tirate sopra di lei da i termini *G*, *F*, quali sono queste due *G S*, *F V*: sì che la misura de gli addita-

menti è la linea *S V*, minore della *G F* o vero della *D E*, che fu la misura de gli additamenti nel solstizio *A*. Secondo poi che si costituirà il centro della Terra in altri punti del quadrante *A I*, tirando le tangenti in essi punti e le perpendicolari sopra esse cadenti da i termini de i diametri dell'equinoziale segnati da i piani eretti per esse tangenti al piano dell'orbe magno, le parti di esse tangenti (che saranno sempre minori verso gli equinozii e maggiori verso i solstizii) ci daranno le quantità de gli additamenti e suttrazioni. Quanto poi differischino i minimi additamenti da i massimi, è facile a sapersi, perché tra essi è la differenza medesima che tra tutto l'asse o diametro della sfera e la parte di esso che resta tra i cerchi polari, la quale è minor di tutto 'l diametro la duodecima parte prossimamente, intendendo però degli additamenti e suttrazioni fatte nell'equinoziale, ma negli altri paralleli son minori, secondo che i lor diametri si vanno diminuendo.

Questo è quanto io posso dirvi in questa materia e quanto per avventura può comprendersi sotto una nostra cognizione, la quale, come ben sapete, non si può aver se non di quelle conclusioni che son ferme e costanti, quali sono i tre periodi in genere de' flussi e reflussi, come quelli che dependono da cause invariabili, une ed eterne. Ma perché con queste cagion primarie ed universali si mescolano poi le secondarie, parte inosservabili ed incostanti, qual è, per esempio, l'alterazione de i venti, e parte, benché determinate e ferme, non però osservate per la loro multiplicità, come sono le lunghezze de i seni, le loro diverse inclinazioni verso questa o quella parte, le tante e tanto diverse profondità dell'acque; chi potrà, se non forse doppo lunghissime osservazioni e ben sicure relazioni, formarne istorie così spedite, che possano servir come ipotesi e supposizioni sicure a chi volesse con le lor combinazioni render ragioni adequate di tutte le apparenze, e dirò anomalie e particolari difformità, che ne i movimenti dell'acque possono scorgersi? Io mi contenterò d'avere avvertito come le cause accidentarie sono in natura, e son potenti a produr molte alterazioni: le minute osservazioni le lascerò fare a quelli che praticano diversi mari; e solo, per

chiusa di questo nostro discorso, metterò in considerazione come i tempi precisi de i flussi e reflussi non solamente vengono alterati dalle lunghezze de i seni e dalle profondità varie, ma notabile alterazione ancora penso io che possa provenire dalla conferenza di diversi tratti di mari, differenti in grandezza ed in positura o vogliam dire inclinazione: qual diversità cade appunto qui nel golfo Adriatico, minore assai del resto del Mediterraneo, e posto in tanta diversa inclinazione, che dove quello ha il suo termine che lo serra dalla parte orientale, che sono le rive della Soria, questo è racchiuso dalla parte più occidentale; e perché nelle estremità sono assai maggiori i flussi e reflussi, anzi quivi solamente sono grandissimi gli alzamenti ed abbassamenti, molto verisimilmente può accadere che i tempi de i flussi in Venezia si facciano ne i reflussi dell'altro mare, il quale, come molto maggiore e più direttamente disteso da occidente in oriente, viene in certo modo ad aver dominio sopra l'Adriatico; e però non sarebbe da maravigliarsi quando gli effetti dependenti dalle cagioni primarie non si verificassero ne i tempi debiti, e rispondenti a i periodi, nell'Adriatico, ma sì bene nel resto del Mediterraneo. Ma queste particolarità ricercano lunghe osservazioni, le quali né io ho sin qui fatte, né meno son per poterle fare per l'avvenire.

Sagr. Assai mi par che voi abbiate fatto in aprirci il primo ingresso a così alta specolazione: della quale quando altro non ci aveste arrecato che quella prima general proposizione, che a me par che non patisca replica alcuna, dove molto concludentemente si dichiara, che stando fermi i vasi contenenti le acque marine, impossibil sarebbe, secondo il comun corso di natura, che in esse seguissero quei movimenti che seguir veggiamo, e che, all'incontro, posti i movimenti per altri rispetti attribuiti dal Copernico al globo terrestre, debbano necessariamente seguire simili alterazioni ne i mari, quando, dico, altro non ci fusse, questo solo mi par che superi di tanto intervallo le vanità introdotte da tanti altri, che il ripensar solamente a quelle mi muove nausea; e molto mi maraviglio che tra uomini di sublime ingegno, che pur ve ne sono stati non pochi, non sia ad alcuno

cascato in mente la incompatibilità che è tra il reciproco moto dell'acqua contenuta e la immobilità del vaso contenente, la quale repugnanza ora mi par tanto manifesta.

Sal. Più è da maravigliarsi, che essendo pur caduto in pensiero ad alcuni di referir la causa de i flussi e reflussi al moto della Terra, onde in ciò hanno mostrato perspicacità maggiore della comune, nello strigner poi il negozio non abbiano afferrato nulla, per non aver avvertito che non basta un semplice moto ed uniforme, quale è, verbigrazia, il semplice diurno del globo terrestre, ma si ricerca un movimento ineguale, ora accelerato ed ora ritardato; perché quando il moto de i vasi sia uniforme, l'acque contenute si abitueranno a quello, né mai faranno mutazione alcuna. Il dire anco (come si referisce d'uno antico matematico) che il moto della Terra, incontrandosi col moto dell'orbe lunare, cagiona, per tal contrasto, il flusso e reflusso, resta totalmente vano, non solo perché non vien dichiarato né si vede come ciò debba seguire, ma si scorge la falsità manifesta, atteso che la conversione della Terra non è contraria al moto della Luna, ma è per il medesimo verso: talché il detto e imaginato sin qui da gli altri resta, al parer mio, del tutto invalido. Ma tra tutti gli uomini grandi che sopra tal mirabile effetto di natura hanno filosofato, più mi meraviglio del Keplero che di altri, il quale, d'ingegno libero ed acuto, e che aveva in mano i moti attribuiti alla Terra, abbia poi dato orecchio ed assenso a predominii della Luna sopra l'acqua, ed a proprietà occulte, e simili fanciullezze.

Sagr. Io son d'opinione che a questi più specolativi sia avvenuto quello che di presente accade a me ancora, cioè il non potere intendere il viluppo de i tre periodi, annuo mestruo e diurno, e come le cause loro mostrino di dependere dal Sole e dalla Luna, senza che né il Sole né la Luna abbiano che far nulla con l'acqua; negozio, per piena intelligenza del quale a me fa di mestiero una più fissa e lunga applicazione di mente, la quale sin ora dalla novità e dalla difficultà mi resta assai offuscata: ma non dispero, col tornar da me stesso, in solitudine e silenzio, a ruminar quello che non ben digesto mi rimane nella fantasia, d'esser per

farmene possessore. Aviamo dunque da i discorsi di questi 4 giorni grandi attestazioni a favor del sistema Copernicano; tra le quali queste tre, prese, la prima, dalle stazioni e retrogradazioni de i pianeti e da i loro accostamenti e allontanamenti dalla Terra, la seconda dalla revoluzion del Sole in se stesso e da quello che nelle sue macchie si osserva, la terza da i flussi e reflussi del mare, si mostrano assai concludenti.

Sal. Ci si potrebbe forse in breve aggiugner la quarta, e per avventura anco la quinta: la quarta, dico, presa dalle stelle fisse, mentre in loro per esattissime osservazioni apparissero quelle minime mutazioni che il Copernico pone per insensibili. Surge di presente una quinta novità, dalla quale si possa arguir mobilità nel globo terrestre, mediante quello che sottilissimamente va scoprendo l'Illustrissimo signor Cesare della nobilissima famiglia de i Marsilii [11] di Bologna, pur Accademico Linceo, il quale in una dottissima scrittura va esponendo come ha osservato una continua mutazione, benché tardissima, nella linea meridiana; della quale scrittura, da me ultimamente con stupore veduta, spero che doverà farne copia a tutti gli studiosi delle maraviglie della natura.

Sagr. Non è questa la prima volta che io ho inteso parlar dell'esquisita dottrina di questo Signore, e di quanto egli si mostri ansioso protettor di tutti i litterati; e se questa o altra sua opera uscirà in luce, già possiamo esser sicuri che sia per esser cosa insigne.

Sal. Ora, perché è tempo di por fine a i nostri discorsi, mi resta a pregarvi, che se nel riandar più posatamente le cose da me arrecate incontraste delle difficultà o dubii non ben resoluti, scusiate il mio difetto, sì per la novità del pensiero, sì per la debolezza del mio ingegno, sì per la grandezza del suggetto, e sì finalmente perché io non pretendo né ho preteso da altri quell'assenso ch'io medesimo non presto a questa fantasia, la quale molto agevolmente potrei ammetter per una vanissima chimera e per un solennissimo paradosso: e voi, signor Sagredo, se ben ne i discorsi avuti

[11] Cesare Marsili (1592-1633), bolognese, ricoprì nella sua città numerose cariche pubbliche; fu anche accademico dei Lincei.

avete molte volte con grand'applauso mostrato di rimaner appagato d'alcuno de' miei pensieri, ciò stimo io che sia provenuto, in parte, più dalla novità che dalla certezza di quelli, ma più assai dalla vostra cortesia, che ha creduto e voluto co 'l suo assenso arrecarmi quel gusto che naturalmente sogliamo prendere dall'approvazione e laude delle cose proprie. E come a voi mi ha obbligato la vostra gentilezza, così m'è piaciuta l'ingenuità del signor Simplicio; anzi la sua costanza nel sostener con tanta forza e tanto intrepidamente la dottrina del suo maestro, me gli ha reso affezionatissimo: e come a Vossignoria, signor Sagredo, rendo grazie del cortesissimo affetto, così al signor Simplicio chieggio perdono se tal volta co 'l mio troppo ardito e resoluto parlare l'ho alterato; e sia certo che ciò non ho io fatto mosso da sinistro affetto, ma solo per dargli maggior occasione di portar in mezo pensieri alti, onde io potessi rendermi più scienziato.

Simpl. Non occorre che voi arrechiate queste scuse, che son superflue, e massime a me, che, sendo consueto a ritrovarmi tra circoli e pubbliche dispute, ho cento volte sentito i disputanti non solamente riscaldarsi e tra di loro alterarsi, ma prorompere ancora in parole ingiuriose, e talora trascorrere assai vicini al venire a i fatti. Quanto poi a i discorsi avuti, ed in particolare in quest'ultimo intorno alla ragione del flusso e reflusso del mare, io veramente non ne resto interamente capace; ma per quella qual si sia assai tenue idea che me ne son formata, confesso, il vostro pensiero parermi bene più ingegnoso di quanti altri io me n'abbia sentiti, ma non però lo stimo verace e concludente: anzi, ritenendo sempre avanti a gli occhi della mente una saldissima dottrina, che già da persona dottissima ed eminentissima appresi ed alla quale è forza quietarsi, so che amendue voi, interrogati se Iddio con la Sua infinita potenza e sapienza poteva conferire all'elemento dell'acqua il reciproco movimento, che in esso scorgiamo, in altro modo che co 'l far muovere il vaso contenente, so, dico, che risponderete, avere egli potuto e saputo ciò fare in Molti modi, ed anco dall'intelletto nostro inescogitabili. Onde io immediatamente

vi concludo, che stante questo, soverchia arditezza sarebbe se altri volesse limitare e coartare la divina potenza e sapienza ad una sua fantasia particolare [12].

Sal. Mirabile e veramente angelica dottrina: alla quale molto concordemente risponde quell'altra, pur divina, la quale, mentre ci concede il disputare intorno alla costituzione del mondo, ci soggiugne (forse acció che l'esercizio delle menti umane non si tronchi o anneghittisca) che non siamo per ritrovare l'opera fabbricata dalle Sue mani. Vaglia dunque l'esercizio permessoci ed ordinatoci da Dio per riconoscere e tanto maggiormente ammirare la grandezza Sua, quanto meno ci troviamo idonei a penetrare i profondi abissi della Sua infinita sapienza.

Sagr. E questa potrà esser l'ultima chiusa de i nostri ragionamenti quatriduani: dopo i quali se piacerà al signor Salviati prendersi qualche intervallo di riposo, conviene che dalla nostra curiosità gli sia conceduto, con condizione però che, quando gli sia meno incomodo, torni a sodisfare al desiderio, in particolare mio, circa i problemi lasciati indietro, e da me registrati per proporgli in una o due altre sessioni, conforme al convenuto; e sopra tutto starò con estrema avidità aspettando di sentire gli elementi della nuova scienza del nostro Accademico intorno a i moti locali, naturale e violento. Ed in tanto potremo, secondo il solito, andare a gustare per un'ora de' nostri freschi nella gondola che ci aspetta.

[12] Quest'ultima parte fu imposta dal revisore del manoscritto padre Riccardi; in essa si avverte l'influenza di una singolare interpretazione suggerita a Galilei dallo stesso papa Urbano VIII, allo scopo di consentire una riserva sulla realtà della stessa teoria copernicana. Ma come rifiutò il suggerimento del cardinale Bellarmino di ritenere un'ipotesi la teoria eliocentrica (cfr. vol. I, pp. 373 segg.), così Galilei non poteva accettare quest'altro intervento, nonostante la sua autorevole fonte, e ciò proprio perché egli non ammetteva condizionamenti di sorta alla propria concezione astronomica. Il fatto che egli abbia attribuito questo « argomento di Urbano VIII » al suo personaggio Simplicio, ciò che sottolinea il rifiuto da parte di Galilei, ha provocato la diceria che Galilei volesse adombrare sotto le spoglie del suo personaggio aristotelico la stessa figura del pontefice: il che contraddice a tutta la posizione del cardinale Barberini e allo stato medesimo delle sue relazioni con Galilei prima dell'elezione al pontificato.

DISCORSI INTORNO A DUE NUOVE SCIENZE

(1638)

Per cortese concessione della Casa editrice Boringhieri, dalla cui edizione (Torino, 1958), riportiamo nella versione italiana i brani latini.

Il piano messo in atto con la sentenza del Sant'Uffizio del 22 giugno 1633, per far tacere per sempre la scienza galileiana ed impedire che potesse svolgere ancora la sua funzione di illuminazione culturale, non si può dire del tutto riuscito; anche se lo scienziato pisano fu costretto per nove anni ancora fino al termine della sua vita, alla condizione di prigioniero, prima nel palazzo romano della Trinità dei Monti, dove aveva sede l'ambasciata toscana, quindi per qualche tempo presso l'Arcivescovo di Siena, Ascanio Piccolomini, e infine ad Arcetri, a qualche miglio da Firenze, è certo però che non si poté impedire l'attività scientifica di Galileo Galilei. Né la mortificazione, infatti, né la vecchiaia, né la malattia frenavano lo slancio dello spirito di ricerca, oscuravano « la sottile elegante chiarezza dell'ingegno, soffocavano l'iniziativa dello studio » (A. BANFI, op. cit., *p. 210); di tale indomabile forza intellettuale sono conferma questi* Discorsi intorno a due nuove scienze attenenti alla mecanica e i movimenti locali, *che Galilei da tempo aveva in animo di scrivere, ma che l'attività svolta dal 1610 aveva poi fatto rinviare. Il « ritorno alla scienza pura », come è stata definita l'ultima fatica di Galilei, si collega a tutto il fermento di progetti, di polemiche e speranze nate dalle scoperte astronomiche, per quel comune proposito di rinnovare i termini e le condizioni della ricerca naturale e la prospettiva della cultura scientifica, sicché questi* Discorsi *sono stati definiti dal Timpanaro « copernicani » quanto lo stesso* Dialogo: *la teoria del moto, di cui tratta particolarmente nelle*

giornate terza e quarta, era stata infatti il punto centrale della polemica antiaristotelica e antitolemaica del precedente periodo e Galilei aveva sempre pensato ad una organica sistemazione teorica di essa, come si comprende da una lettera al Marsili dell'11 settembre 1632. Le stesse occasionali vicende seguite alla condanna gli fornirono motivo per riprendere questo vecchio progetto: durante la sua permanenza a Siena, presso la sede arcivescovile, molte furono le visite che egli ricevette «dalla nobiltà di quella città» e discutendo con i suoi amici compose «un trattato di un argomento nuovo, in materia di meccanica, pieno di molte speculazioni curiose e utili». Una denuncia anonima rivelò al Sant'Uffizio che «il Galileo ha seminato in questa città opinioni poco cattoliche, fumentato da questo Arcivescovo suo hospite» e Galilei fu trasferito ad Arcetri, con l'ordine perentorio di non fare né ricevere visite. Qui nella solitudine riprese la stesura delle sue ricerche di meccanica e il 19 novembre poteva annunciare al suo fedele e affezionato allievo, fra Fulgenzio Micanzio: «il trattato del moto tutto nuovo sta all'ordine, ma il mio cervello inquieto non può restar d'andar mulinando e con gran dispendio di tempo, perché quel pensiero che ultimo mi sovviene circa qualche novità mi fa buttare a monte tutti i trovati precedenti». Mentre porta avanti il suo lavoro, egli pensa alla possibilità della stampa che è resa particolarmente difficile dalle severe disposizioni impartite dal Sant'Uffizio. Infatti le prime speranze di poter stampare a Venezia cadono ben presto, nonostante la generosa fiducia di fra Fulgenzio, il quale doveva comunicargli il 19 febbraio 1635 il divieto generale «de editis omnibus et edendis». Galilei comprese che le opposizioni erano ben più profonde di quanto non gli era parso durante la precedente vicenda giudiziaria ed erano promosse e sostenute dall'avversione alle novità scientifiche da lui rivelate, come scrisse a Niccolò Fabbri di Peiresc il 16 marzo di quell'anno. Fu con questa consapevolezza che egli trattò per la stampa di quest'ultimo capolavoro; è vero infatti che la vigilanza e la rigidità degli Inquisitori erano molto assidue, ma è anche vero che perseverante e tenace era la solidarietà degli amici che d'ogni parte d'Europa si scoprirono attorno al vecchio prigioniero di Arcetri e che im-

pedirono che l'ultima opera restasse sconosciuta. Mentre Mattia Bernegger traduceva in latino il Dialogo *ed Elia Diodati e Niccolò Fabbri di Peiresc, da Parigi e da Aix, si prodigavano perché sorgessero altre iniziative in favore dell'opera galileiana, Pietro di Carcavy iniziava trattative, poi non concluse, per la pubblicazione in Francia di tutte le opere galileiane e Giovanni Pieroni, ingegnere militare dell'Imperatore e forse già allievo di Galilei, si offriva perché il libro del moto, com'era allora chiamato, fosse stampato nel territorio dell'Impero, dove, egli sperava, «potrebbe questo venirgli fatto molto facilmente»; il buon Pieroni non riuscì ad ottenere l'autorizzazione alla stampa a Vienna per la presenza di Cristoforo Scheiner (cfr. vol. I, p. 327] che ostacolava l'attività del bravo galileiano che non poté nemmeno concludere presso la sede di Olmütz. Ma intanto Galilei era entrato, per una felice coincidenza, in trattative con uno dei grandi stampatori olandesi degli Elzeviri, che si trovava a Venezia, e a questi affidò le quattro giornate dei* Discorsi, *che l'Elzeviro, partendo da Venezia, portò con sé nel settembre 1636. Mancava ancora una parte della quarta giornata, perché, come scrisse Galilei al Diodati il 6 dicembre, non aveva avuto il tempo di copiare la parte relativa al moto dei proiettili, che si riservava d'inviare in séguito, insieme ad «un'appendice d'alcune dimostrazioni di certe conclusioni* de centro gravitatis solidorum, *trovate da me essendo d'età di 22 anni».*

Finalmente la stampa fu completata nel luglio 1638, ma le prime copie apparvero soltanto nel successivo dicembre a Roma e Galilei poté riceverle solo nel giugno 1639.

Galilei non dette mai un titolo all'opera; le denominazioni sempre parziali e provvisorie da lui usate nelle varie lettere non possono affatto essere indicative del suo pensiero; per questo il titolo fu dato dagli stessi editori, e non piacque a Galilei che se ne lamentò, giudicandolo plebeo.

L'edizione di Leida del 1638 comprende, con la dedica al conte di Noailles e con la prefazione dello «stampatore a i lettori», le quattro giornate e l'appendice sul centro di gravità dei solidi. Ma bisogna tener conto che Galilei pensava di aggiungere alcune altre giornate a cui forse stava attendendo dopo la

stampa di Leida, quando nel 1641 il giovane Torricelli poté recarsi ad Arcetri per assistere il vecchio Galilei; al Torricelli egli confidò quanto voleva esporre nelle nuove giornate ed il Torricelli poté così stendere il contenuto di quello che costituì il Quinto libro degli elementi di Euclide, *pubblicato per la prima volta nel 1674 dal Viviani e che sarà poi chiamato «Giornata quinta». Gli studi sulla percossa, ritrovati dal Viviani fra le carte passate in eredità a Vincenzo Galilei, costituiscono un «altro principio di nuovo congresso, intitolato* Ultimo», *che fu pubblicato nell'edizione fiorentina del 1718, con l'indicazione di «Giornata sesta», anche se il contenuto delle ricerche precede quelle raccolte nella quinta giornata. Infine, i* Discorsi *sono accompagnati da una serie di frammenti, dei quali alcuni precedono di molti anni la pubblicazione dell'opera, che sono molto interessanti per gli spunti di osservazioni e di indagini che contengono e anche perché danno allo storico del pensiero galileiano una ricca fonte di utili infomazioni per la sua ricostruzione.*

Quasi nello stesso tempo in cui si diffondevano in Europa gli esemplari dell'edizione del 1638, a Parigi nel 1639 usciva la prima traduzione in francese, col titolo: «Les nouvelles pensées de Galilei, mathématicien et ingegnieur du Duc de Florence». Nel 1665 si ha una traduzione inglese ad opera di Thomas Salisbury, pubblicata insieme ad altri scritti galileiani (il Dialogo, la lettera a Cristina di Lorena, le Mecaniche e il Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua). Nel 1679 a Londra si avrà un'altra traduzione dei Discorsi, *a cura di Thomas Weston; soltanto nel 1890 si ebbe una traduzione in tedesco a cura di Arthur von Oettingen. Va segnalata anche una edizione latina di Leida del 1699.*

Dopo la prima edizione in italiano, ne seguirono altre nel 1655, a Bologna; nel 1718 a Firenze, che fu integrata dalle giornate aggiunte; quindi: nel 1755 a Padova, nel 1811 e nel 1832 a Milano, nel 1855 a Firenze; finché nel volume VIII nell'edizione nazionale seguì una nuova più accurata edizione; a questa si son rifatti Sebastiano Timpanaro, nella sua edizione delle Opere *(Milano, Rizzoli, 1938) e recentemente Adriano Carugo e Ludovico Geymonat nell'edizione Borin-*

ghieri (1958), dove al testo segue un dotto e vasto commento, molto utile per la quantità di notizie, per il rigore critico e per la modernità delle analisi.

Nella presente edizione pubblichiamo le quattro giornate, che comprendevano il volume pubblicato nel 1638; abbiamo solo tralasciato le dimostrazioni dei vari teoremi contenuti nella giornata terza e nella quarta. Inoltre le parti latine di queste giornate sono state sostituite con la traduzione riportata a piè di pagina dell'edizione curata nel 1958 da A. Carugo e L. Geymonat, e perciò intendiamo esprimere il nostro ringraziamento all'editore e ai curatori di quella dotta edizione.

DISCORSI INTORNO A DUE NUOVE SCIENZE

Allo illustrissimo Signore
il Signore
Conte di Noailles [1]

Consiglier di sua Maestà Cristianissima, Cavalier dell'Ordine di Santo Spirito, Mariscalco de' suoi campi ed eserciti, Siniscalco e Governatore di Roerga e Luogotenente per Sua Maestà in Overgna, mio Signore e Padrone colendissimo

Illustrissimo Signore,

Riconosco per uno effetto della magnanimità di V. S. Illustrissima quanto gli è piaciuto disporre di questa opera mia; non ostante che (come ella sa), confuso e sbigottito da i mal

[1] I discorsi sono dedicati a Francesco di Noailles (1584-1644), perché questi, che già era stato allievo privato di Galilei a Padova all'incirca verso il 1603, quando fece ritorno in Italia come ambasciatore del Re di Francia presso la corte papale nel 1634, usò più volte e autorevolmente la sua posizione diplomatica per intercedere a favore di Galilei presso le autorità romane; il 24 ottobre di quell'anno scrisse a Galilei significandogli quanto grande fosse « il mio desiderio di servirla e di haver nuove più frequenti di lei »; a Roma si mise subito in contatto con un allievo di Galilei, il padre Benedetto Castelli, al quale, fin dal primo incontro, espresse il suo grande rispetto verso lo scienziato pisano, tanto che negli incontri successivi si faceva « carissima e honoratissima commemoratione » di Galilei. Fiducioso di ottenere dalle supreme autorità romane un trattamento meno duro per Galilei, egli si adoperò prima presso il card. nepote Antonio Barberini e poi, finalmente avuta udienza, presso lo stesso pontefice Urbano VIII, al quale cercò di chiarire le intenzioni calunniose che erano state attribuite a Galilei nei confronti dello stesso pontefice; ma questi non mostrò alcuna intenzione di prolungare il discorso sul prigioniero di Arcetri, lasciando cadere con abilità le allusioni del Noailles. Questi poté ottenere solo di incontrarsi a Poggibonsi con Galilei nel 1636, mentre ritornava in Francia, ed in quell'occasione ricevette una copia manoscritta di questi

fortunati successi di altre mie opere, avendo meco medesimo determinato di non esporre in pubblico mai più alcuna delle mie fatiche, ma solo, acciò del tutto non restassero sepolte, essendomi persuaso di lasciarne copia manuscritta in luogo conspicuo al meno a molti intelligenti delle materie da me trattate, e per ciò avendo fatto elezzione, per il primo e più illustre luogo, di depositarle in mano di V. S. Illustrissima, sicuro che, per sua particolare affezzione verso di me, averebbe avuto a cuore la conservazione de' miei studii e fatiche; e per ciò nel suo passaggio di qua, ritornando dalla sua ambasciata di Roma, fui a riverirla personalmente, sì come più volte avevo fatto per lettere; e con tale incontro presentai a V. S. Illustrissima la copia di queste due opere che allora mi trovavo avere in pronto, le quali benignamente mostrò di gradire molto e di essere per farne sicura conserva, e, col participarle in Francia a qualche amico suo, perito di queste scienzie, mostrare che, se bene tacevo, non però passavo la vita del tutto ociosamente. Andavo dipoi apparecchiandomi di mandarne alcune altre copie in Germania, in Fiandra, in Inghilterra, in Spagna, e forse anco in qualche luogo d'Italia, quando improvvisamente vengo da gli Elzevirii avvisato come hanno sotto il torchio queste mie opere, e che però io deva prendere risoluzione circa la dedicatoria e prontamente mandargli il mio concetto sopra di ciò. Mosso da questa inopinata ed inaspettata nuova, sono andato meco medesimo concludendo che la brama di V. S. Illustrissima di suscitare ed ampliare il nome mio, col participare a diversi miei scritti, abbia cagionato che sieno pervenuti nelle mani de' detti stampatori, li quali, essendosi adoperati in publicare altre mie opere, abbiano voluto onorarmi di mandarle alla luce sotto le loro bellissime ed ornatissime stampe[2]. Per ciò questi miei scritti debbono risentirsi

Discorsi. Le ragioni della dedica al Noailles vanno ricercate in questo suo generoso atto di costante rispettosa amicizia; egli seppe, tramite il Diodati, dell'intenzione dell'autore di dedicare a lui l'opera e il 1º gennaio 1638 manifestò la sua gioia e la sua soddisfazione.

[2] È evidente, da quanto abbiamo detto nella nota introduttiva, che la stampa dei *Discorsi* fu contrattata da Galilei con gli Elzeviri; quanto egli qui sostiene é solo un modo di eludere i sospetti degli Inquisitori.

per aver avuta la sorte d'andar nell'arbitrio d'un sì gran giudice, il quale, nel maraviglioso concorso di tante virtù che rendono V. S. Illustrissima ammirabile a tutti, ella con incomparabile magnanimità, per zelo anco del ben publico, a cui gli è parso che questa mia opera dovesse conferire, ha voluto allargargli i termini ed i confini dell'onore. Sì che, essendo il fatto ridotto in cotale stato, è ben ragionevole che io con ogni segno più cospicuo mi dimostri grato riconoscitore del generoso affetto di V. S. Illustrissima, che ha avuto a cuore di accrescermi la mia fama con farli spiegar le ale liberamente sotto il cielo aperto, dove che a me pareva assai dono che ella restasse in spazii più angusti. Per tanto al nome vostro, Illustrissimo Signore, conviene che io dedichi e consacri questo mio parto; al che fare mi strigne non solo il cumulo de gli oblighi che gli tengo, ma l'interesse ancora, il quale (siami lecito così dire) mette in obligo V. S. Illustrissima di difendere la mia riputazione contro a chi volesse offenderla, mentre ella mi ha posto in steccato contro a gli avversarii. Onde, facendomi avanti sotto il suo stendardo e protezzione, umilmente me le inchino, con augurarle per premio di queste sue grazie il colmo d'ogni felicità e grandezza.

D'Arcetri, li 6 Marzo 1638.

Di V. S. Illustrissima

Devotissimo Servitore
GALILEO GALILEI

Galilei conosceva molto bene la severa sorveglianza imposta intorno a lui ed ai suoi amici: il 21 febbraio così scriveva a Niccolò Fabbri di Peiresc: « Essendo espresso ordine a tutti gl'Inquisitori, di non permettere che si ristampi nissuna delle opere mie, già molti anni sono, né che si licenzi nessuna ch'io volessi di nuovo stampare: tal che a me conviene non solamente succumbere e tacere alle opposizioni in sì gran numero fattemi, in materie pure naturali, per supprimer le dottrine e popolar la mia ignoranza, ma conviene inghiottire gli scherni, le mordacità e l'ingiurie, da genti più di me ignoranti temerariamente usatimi ».

Lo Stampatore a i Lettori

Trattenendosi la vita civile mediante il mutuo e vicendevole soccorso de gli uomini gli uni verso gli altri, ed a ciò servendo principalmente l'uso delle arti e delle scienzie, per questo gl'inventori di esse sono sempre stati tenuti in grande stima, e molto riveriti dalla savia antichità; e quanto più eccellente o utile è stata qualche invenzione, tanto maggior laude ed onore ne è stato attribuito a gl'inventori, fin ad essere stati deificati (avendo gli uomini, per commun consenso, con tal segno di supremo onore voluto perpetuare la memoria de gli autori del loro bene essere). Parimente quelli i quali con l'acutezza de i loro ingegni hanno riformato le cose già trovate, scoprendo le fallacie e gli errori di molte e molte proposizioni portate da uomini insigni e ricevute per vere per molte età, sono degni di gran lode ed ammirazione; atteso medesimamente che tale scoprimento è laudabile, se bene i medesimi scopritori avesseno solamente rimossa la falsità, senza introdurne la verità, per sé tanto difficile a conseguirsi, conforme al detto del principe de gli oratori: *Utinam tam facile possem vera reperire, quam falsa convincere.* Ed in fatti il merito di questa lode è dovuto a questi nostri ultimi secoli, ne i quali le arti e le scienzie, ritrovate da gli antichi, per opera di perspicacissimi ingegni sono, per molte prove ed esperienzie, state ridotte a gran perfezzione, la quale ogni dì va augumentandosi: ed in particolare questo apparisce nelle scienze matematiche, nelle quali (lasciando i diversi che ci si sono

adoperati con gran lode e gran successo) al nostro Signore Galileo Galilei, Accademico Linceo, senza alcun contrasto, anzi con l'applauso e l'approbazione universale di tutti i periti, meritamente sono dovuti li primi gradi, sì per aver mostrato la non concludenza di molte ragioni intorno a varie conclusioni, con salde dimostrazioni confermate (come ne sono piene le opere sue già publicate) [1], sì anco per aver col telescopio (uscito prima di queste nostre parti, ma da esso ridotto poi a perfezzione molto maggiore) [2] scoperto e data, primo di tutti, la notizia delle quattro stelle satelliti di Giove, della vera e certa dimostrazione della Via Lattea, delle macchie solari, delle rugosità e parti nebulose della Luna, di Saturno tricorporeo, Venere falcata, della qualità e disposizion delle comete; tutte cose non conosciute mai da gli astronomi né da i filosofi antichi, di maniera che puote dirsi, esser per esso con nuova luce comparsa al mondo e ristorata l'astronomia: dall'eccellenza della quale (in quanto ne' cieli e ne i corpi celesti con maggiore evidenza ed ammirazione che in tutte le altre creature risplende la potenza sapienzia e bontà del supremo Fattore) risulta la grandezza del merito di chi ce ne ha aperta la conoscenza, con aversi resi tali corpi distintamente conspicui, non ostante la loro distanza, quasi infinita, da noi; poi che, secondo il dire volgato, l'aspetto insegna assai più e con maggior certezza in un sol giorno che non potriano fare i precetti, quantunque mille volte reiterati, la notizia intuitiva (come disse un altro) andando del pari con la definizione. Ma molto più si fa manifesta la grazia concedutagli da Dio e dalla natura (per mezzo però di molte fatiche e vigilie) nella presente opera, nella quale si vede, lui essere stato ritrovatore di due intere scienzie nuove, e da i loro primi principii e fondamenti concludentemente, cioè geometricamente, dimostrate: e, quello

[1] Cfr. quanto è stato detto nella nota introduttiva per le edizioni di opere galileiane. Gli Elzeviri avevano già pubblicato la traduzione latina della lettera a Cristina di Lorena, a cura di Elia Diodati, e quella del *Dialogo sopra i massimi sistemi del mondo* a cura del Bernegger.

[2] Cfr. la nota introduttiva al *Sidereus nuncius*, vol. I, pp. 265 segg.

che deve rendere più maravigliosa questa opera, una delle due scienzie è intorno a un suggetto eterno, principalissimo in natura, speculato da tutti i gran filosofi, e sopra il quale ci sono moltissimi volumi scritti; parlo del moto locale, materia d'infiniti accidenti ammirandi, nessuno de' quali è sin qui stato trovato, non che dimostrato, da alcuno: l'altra scienzia, pure da i suoi principii dimostrata, è intorno alla resistenza che fanno i corpi solidi all'essere per violenza spezzati; notizia di grande utilità, e massime nelle scienzie ed arti mecaniche, ed essa ancora piena d'accidenti e proposizioni sin qui non osservate. Di queste due nuove scienzie, piene di proposizioni che in infinito saranno accresciute col progresso del tempo dagl'ingegni specolativi, in questo libro si aprono le prime porte, e con non piccolo numero di proposizioni dimonstrate si addita il progresso e trapasso ad altre infinite, sì come da gl'intelligenti sarà facilmente inteso e riconosciuto.

Tavola delle materie principali che si trattano nella presente opera [1]

[1] « Non ha dubbio che nei titoli I e II di questa *Tavola* è incorso errore: il titolo secondo " Qual potesse essere la causa di tal coerenza " accenna alla coerenza come se prima ne fosse stata fatta menzione, laddove nel titolo precedente non è nominata; e, quello che ancora è più grave, alla Giornata prima è dato il titolo che spetta alla seconda, e viceversa. Possiamo ben credere pertanto, che, se pur Galilei inviò agli Elzeviri la *Tavola*, per colpa d'altri siano state introdotte tali confusioni » (A. Favaro, dall'*Avvertimento* al volume VIII delle *Opere* di Galileo Galilei).

GIORNATA PRIMA

INTERLOCUTORI
Salviati, Sagredo e Simplicio [1]

Salv. Largo campo di filosofare a gl'intelletti specolativi parmi che porga la frequente pratica del famoso arsenale di voi, Signori Veneziani, ed in particolare in quella parte che mecanica si domanda; atteso che quivi ogni sorte di strumento e di machina vien continuamente posta da numero grande d'artefici, tra i quali, e per l'osservazioni fatte dai loro antecessori, e per quelle che di propria avvertenza vanno continuamente per se stessi facendo, è forza che ve ne siano de i peritissimi e di finissimo discorso [2].

[1] Sui personaggi dei *Discorsi*, cfr. p. 18, n. 9.

[2] Il solenne riconoscimento che Galilei tributa qui, in apertura della sua più importante opera scientifica, costituisce un deciso capovolgimento dei metodi e delle mentalità dominanti nella tradizione scientifica, una decisa trasformazione di prospettive e di criteri. Per tutto il Medioevo nessun apprezzamento era stato fatto dei problemi tecnici da parte degli uomini di cultura e dei dotti delle università, e le arti meccaniche si tramandarono di secolo in secolo senza che i loro cultori potessero conseguire una piena consapevolezza scientifica dei loro procedimenti, affidandosi al caso, all'invenzione fortuita, se non addirittura alla illusione della rivelazione magica e misterica dei ritrovati. Per superare queste condizioni di casualità, di arbitrarietà e di soggettività nella produzione tecnica, era necessario da un lato che i tecnici – ingegneri, artigiani, artisti – conseguissero con un maggior prestigio sociale e culturale una più profonda consapevolezza della propria funzione ai fini della medesima ricerca scientifica, e quindi cogliessero il significato teorico posto a fondamento dei propri esperimenti; dall'altro era necessario che i dotti delle accademie e delle università si rinnovassero rinunciando alle loro presuntuose ed esclusive nozioni del sapere, sostituendo alla concezione di una scienza e di un sapere fondati sull'« universale » quella di una conquista da realizzarsi

Sagr. V. S. non s'inganna punto: ed io, come per natura curioso, frequento per mio diporto la visita di questo luogo e la pratica di questi che noi, per certa preminenza che tengono sopra 'l resto della maestranza, domandiamo proti; la conferenza de i quali mi ha più volte aiutato nell'investigazione della ragione di effetti non solo maravigliosi, ma reconditi ancora e quasi inopinabili. È vero che tal volta anco mi ha messo in confusione ed in disperazione di poter penetrare come possa seguire quello che, lontano da ogni mio concetto, mi dimostra il senso esser vero. E pur quello che poco fa ci diceva quel buon vecchio è un dettato ed una

tramite il dominio dei particolari. La lotta in nome di una nuova scienza, che traesse ispirazione dalla pratica e dalle cose, che si costruisse su osservazioni concrete e su coerenti dimostrazioni, fu affrontata da Galileo Galilei, che, inserito nella tradizione del costume accademico, seppe portare le esigenze nuove del mondo tecnico nel campo della cultura ufficiale, attraverso una rivalutazione del significato teorico dell'esperimento e dei dati matematici, su cui costruire la conoscenza della natura. Tutta la sua attività scientifica si svolge mediante il nesso costante di esperienza e riflessione matematica, dalle applicazioni del principio della leva agli esperimenti sui piani inclinati, alle invenzioni del compasso e del cannocchiale, alle indagini sul principio d'inerzia e a quelle di ingegneria idraulica. Quando egli scriveva nel 1640 che gli anni trascorsi a Padova erano stati i migliori della sua vita, intendeva, fra l'altro, riferirsi a quel fervore d'iniziative pratiche e teoriche che sollecitando l'invenzione e la riflessione accostavano il mondo della scienza e quello della pratica, gli uomini dello Studio padovano e gli uomini dell'Arsenale, in una comune opera di fondazione di una nuova scienza che, apprezzando l'invenzione e l'esperimento, unisse le aspirazioni di una conoscenza universale e quella per un vasto dominio della natura da parte dell'umanità. Galilei stesso dette chiaro esempio di come intendeva dovesse essere lo scienziato moderno e per questo fu sempre sensibile ai problemi della società e della produzione tecnica.

In questa giornata, dalla constatazione della resistenza di macchine di forma simile ma di grandezza diverse, che però diminuisce proporzionalmente all'aumento della grandezza, e dal conseguente rilievo dell'incongruenza tra geometria e materia, tra sviluppo matematico e sviluppo fisico, si svolge in questa prima giornata una « lunga introduzione generale dialettica alla nuova fisica matematica » (A. Banfi, *op. cit.*, p. 217): si parte da una nuova considerazione dell'*horror vacui* inteso come ipotesi fisica e si imposta un'indagine sulla struttura della materia, in cui, invero, sono contenute una serie di divagazioni, interessanti sia per il significato scientifico, come quella sul rapporto tra divisione matematica e divisione fisica, o quella sugli indivisibili, sia per le implicazioni filosofiche, come la discussione sull'atomismo democriteo. Non mancano spunti di considerazioni sulla caduta dei gravi.

proposizione ben assai vulgata; ma però io la reputava in tutto vana, come molte altre che sono in bocca de i poco intelligenti, credo da loro introdotte per mostrar di saper dir qualche cosa intorno a quello di che non son capaci.

Salv. V. S. vuol forse dire di quell'ultimo pronunziato ch'ei profferì mentre ricercavamo d'intendere per qual ragione facevano tanto maggior apparecchio di sostegni, armamenti ed altri ripari e fortificazioni, intorno a quella gran galeazza che si doveva varare, che non si fa intorno a vasselli minori; dove egli rispose, ciò farsi per evitare il pericolo di direnarsi, oppressa dal gravissimo peso della sua vasta mole, inconveniente al quale non son soggetti i legni minori?

Sagr. Di cotesto intendo, e sopra tutto dell'ultima conclusione ch'ei soggiunse, la quale io ho sempre stimata concetto vano del vulgo; cioè che in queste ed altre simili machine non bisogna argumentare dalle piccole alle grandi, perché molte invenzioni di machine riescono in piccolo, che in grande poi non sussistono. Ma essendo che tutte le ragioni della mecanica hanno i fondamenti loro nella geometria, nella quale non veggo che la grandezza e la piccolezza faccia i cerchi, i triangoli, i cilindri, i coni e qualunque altre figure solide, soggette ad altre passioni queste e ad altre quelle; quando la machina grande sia fabricata in tutti i suoi membri conforme alle proporzioni della minore, che sia valida e resistente all'esercizio al quale ella è destinata, non so vedere perché essa ancora non sia esente da gl'incontri che sopraggiugner gli possono, sinistri e destruttivi.

Salv. Il detto del vulgo è assolutamente vano; e talmente vano, che il suo contrario si potrà profferire con altrettanta verità, dicendo che molte machine si potranno far più perfette in grande che in piccolo: come, per esempio, un oriuolo, che mostri e batta le ore, più giusto si farà d'una tal grandezza che di un'altra minore. Con miglior fondamento usurpano quel medesimo detto altri più intelligenti, i quali della riuscita di tali machine grandi, non conforme a quello che si raccoglie dalle pure ed astratte dimostrazioni geometriche, ne rimettono la causa nell'imperfezzione della materia, che soggiace a molte alterazioni ed imperfezzioni.

Ma qui non so s'io potrò, senza inciampare in qualche nota di arroganza, dire che né anco il ricorrere all'imperfezzioni della materia, potenti a contaminare le purissime dimostrazioni matematiche, basti a scusare l'inobbedienza delle machine in concreto alle medesime astratte ed ideali: tuttavia io pure il dirò, affermando che, astraendo tutte l'imperfezzioni della materia e supponendola perfettissima ed inalterabile e da ogni accidental mutazione esente, con tutto ciò il solo esser materiale fa che la machina maggiore, fabbricata dell'istessa materia e con l'istesse proporzioni che la minore, in tutte l'altre condizioni risponderà con giusta simmetria alla minore, fuor che nella robustezza e resistenza contro alle violente invasioni; ma quanto più sarà grande, tanto a proporzione sarà più debole. E perché io suppongo, la materia essere inalterabile, cioè sempre l'istessa, è manifesto che di lei, come di affezzione eterna e necessaria, si possano produr dimostrazioni non meno dell'altre schiette e pure matematiche [3]. Però, Sig. Sagredo, revochi pur l'opinione che teneva, e forse insieme con molti altri che nella mecanica han fatto studio, che le machine e le fabbriche composte delle medesime materie, con puntuale osservanza delle medesime proporzioni tra le loro parti, debban essere egualmente, o, per dir meglio, proporzionalmente, disposte al resistere ed al cedere alle invasioni ed impeti esterni, perché si può geometricamente dimostrare, sempre le maggiori essere a proporzione men resistenti che le minori; sì che ultimamente non solo di tutte le machine e fabbriche artifiziali, ma delle naturali ancora, sia un termine necessariamente ascritto, oltre al quale né l'arte né la natura possa trapassare: trapassar, dico, con osservar sempre l'istesse proporzioni con l'identità della materia.

Sagr. Io già mi sento rivolgere il cervello, e, quasi nugola dal baleno repentinamente aperta, ingombrarmisi la mente da momentanea ed insolita luce, che da lontano mi accenna e subito confonde ed asconde imaginazioni stra-

[3] Cfr. quanto abbiamo osservato a p. 28, n. 15.

niere ed indigeste. E da quanto ella ha detto parmi che dovrebbe seguire che fusse impossibil cosa costruire due fabbriche dell'istessa materia simili e diseguali, e tra di loro con egual proporzione resistenti; e quando ciò sia, sarà anco impossibile trovar due sole aste dell'istesso legno tra di loro simili in robustezza e valore, ma diseguali in grandezza.

Salv. Così è, Sig. Sagredo: e per meglio assicurarci che noi convenghiamo nel medesimo concetto, dico che se noi ridurremo un'asta di legno a tal lunghezza e grossezza, che fitta, v. g., in un muro ad angoli retti, cioè parallela all'orizonte, sia ridotta all'ultima lunghezza che si possa reggere, sì che, allungata un pelo più, si spezzasse, gravata dal proprio peso, questa sarà unica al mondo; tal che essendo, per esempio, la sua lunghezza centupla della sua grossezza, nissuna altra asta della medesima materia potrà ritrovarsi che, essendo in lunghezza centupla della sua grossezza, sia, come quella, precisamente abile a sostener se medesima, e nulla di più; ma tutte le maggiori si fiaccheranno, e le minori saranno potenti a sostener, oltre al proprio peso, qualch'altro appresso. E questo che io dico dello stato di regger se medesimo, intendasi detto di ogni altra costituzione; e così se un corrente potrà reggere il peso di dieci correnti suoi eguali, una trave simile a lui non potrà altramente regger il peso di dieci sue eguali. Ma notino in grazia V. S. e 'l Sig. Simplicio nostro, quanto le conclusioni vere, benché nel primo aspetto sembrino improbabili, additate solamente qualche poco, depongono le vesti che le occultavano, e nude e semplici fanno de' lor segreti gioconda mostra. Chi non vede come un cavallo cadendo da un'altezza di tre braccia o quattro si romperà l'ossa, ma un cane da una tale, e un gatto da una di otto o dieci, non si farà mal nissuno, come né un grillo da una torre, né una formica precipitandosi dall'orbe lunare? i piccoli fanciulli restare illesi in cadute, dove i provetti si rompono gli stinchi o la testa? E come gli animali più piccoli sono, a proporzione, più robusti e forti de i maggiori, così le piante minori meglio si sostentano: e già credo che amendue voi apprendiate che una quercia dugento braccia alta non potrebbe sostenere i suoi

rami sparsi alla similitudine di una di mediocre grandezza, e che la natura non potrebbe fare un cavallo grande per venti cavalli, né un gigante dieci volte più alto di un uomo, se non o miracolosamente o con l'alterar assai le proporzioni delle membra ed in particolare dell'ossa, ingrossandole molto sopra la simmetria dell'ossa comuni. Il creder parimente che nelle machine artifiziali egualmente siano fattibili e conservabili le grandissime e le piccole, è errore manifesto: e così, per esempio, piccole guglie, colonnette ed altre solide figure, sicuramente si potranno maneggiare distendere e rizzare, senza risico di rompersi, che le grandissime per ogni sinistro accidente andranno in pezzi, e non per altra cagione che per il loro proprio peso. E qui è forza che io vi racconti un caso degno veramente di esser saputo, come sono tutti gli accidenti che accascano fuori dell'aspettazione, e massime quando il partito preso per ovviare a uno inconveniente riesce poi causa potissima del disordine. Era una grossissima colonna di marmo distesa, e posata, presso alle sue estremità, sopra due pezzi di trave; cadde in pensiero dopo certo tempo ad un mecanico che fusse bene, per maggiormente assicurarsi che gravata dal proprio peso non si rompesse nel mezzo, supporgli anco in questa parte un terzo simile sostegno: parve il consiglio generalmente molto opportuno, ma l'esito lo dimostrò essere stato tutto l'opposito, atteso che non passarono molti mesi che la colonna si trovò fessa e rotta, giusto sopra il nuovo appoggio di mezzo.

Simp. Accidente in vero maraviglioso e veramente *praeter spem*, quando però fusse derivato dall'aggiungervi il nuovo sostegno di mezzo.

Salv. Da quello sicuramente derivò egli, e la riconosciuta cagion dell'effetto leva la maraviglia: perché, deposti in piana terra i due pezzi della colonna, si vedde che l'uno de i travi, su 'l quale appoggiava una delle testate, si era, per la lunghezza del tempo, infracidato ed avvallato, e, restando quel di mezzo durissimo e forte, fu causa che la metà della colonna restasse in aria, abbandonata dall'estremo sostegno; onde il proprio soverchio peso gli fece fare quello

che non avrebbe fatto se solo sopra i due primi si fusse appoggiata, perché l'avvallarsi qual si fusse di loro, ella ancora l'arebbe seguito. E qui non si può dubitare che tal accidente non sarebbe avvenuto in una piccola colonna, benché della medesima pietra e di lunghezza rispondente alla sua grossezza con la proporzione medesima della grossezza e lunghezza della colonna grande.

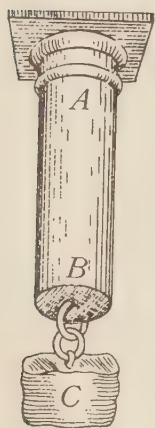
Sagr. Già sin qui resto io assicurato della verità dell'effetto ma non penetro già la ragione come, nel crescersi la materia, non deva con l'istesso ragguaglio multiplicarsi la resistenza e gagliardia; e tanto più mi confondo, quanto per l'opposito veggo in altri casi crescersi molto più la robustezza e la resistenza al rompersi, che non cresce l'ingrossamento della materia: che se, v. g., saranno due chiodi fitti in un muro, l'uno più grosso il doppio dell'altro, quello reggerà non solamente doppio peso di questo, ma triplo e quadruplo.

Salv. Dite pur ottuplo, né direte lontano dal vero: né questo effetto contraria a quello, ancor che in sembiante apparisca così diverso.

Sagr. Adunque, Sig. Salviati, spianateci questi scogli e dichiarateci queste oscurità, se ne avete il modo, ché ben conietturo, questa materia delle resistenze essere un campo pieno di belle ed utili contemplazioni; e se vi contentate che questo sia il soggetto de i nostri ragionamenti di oggi, a me, e credo al Sig. Simplicio, sarà gratissimo.

Salv. Non posso mancar di servirle, purché la memoria serva me in sumministrarmi quello che già appresi dal nostro Accademico [4], che sopra tal materia aveva fatte molte speculazioni, e tutte, conforme al suo solito, geometricamente dimostrate, in modo che, non senza ragione, questa sua potrebbe chiamarsi una nuova scienza; perché se bene al-

[4] Fin dai tempi dell'insegnamento padovano Galilei aveva studiato il problema della resistenza dei metalli nell'ambito delle sue ricerche di meccanica (cfr. la lettera ad Antonio de' Medici, dell'11 febbraio 1609, X, pp. 228-30). L'Accademico di cui qui si parla è Galilei, del cui pensiero Salviati è sempre stato il più fedele portavoce. È chiamato così perché membro dell'Accademia dei Lincei.

cune delle conclusioni sono state da altri, e prima di tutti da Aristotele, osservate, tuttavia né sono delle più belle, né (quello che più importa) da i loro primarii e indubitati fondamenti con necessarie dimostrazioni provate. E perché, come dico, voglio dimostrativamente accertarvi, e non con solamente probabili discorsi persuadervi, supponendo che abbiate quella cognizione delle conclusioni mecaniche, da altri sin qui fondatamente trattate, che per il nostro bisogno sarà necessaria, conviene che avanti ogni altra cosa consideriamo qual effetto sia quello che si opera nella frazzione di un legno o di altro solido, le cui parti saldamente sono attaccate; perché questa è la prima nozione, nella qual consiste il primo e semplice principio che come notissimo conviene supporsi. Per più chiara esplicazione di che, segniamo il cilindro o prisma *A B* di legno o di altra materia solida e coerente, fermato di sopra in *A* e pendente a piombo, al quale nell'altra estremità *B* sia attaccato il peso *C*: è manifesto che, qualunque si sia la tenacità e coerenza tra di loro delle parti di esso solido, pur che non sia infinita, potrà esser superata dalla forza del traente peso *C*, la cui gravità pongo che possa accrescersi quanto ne piace, e esso solido finalmente si strapperà, a guisa d'una corda. E sì come nella corda noi intendiamo, la sua resistenza derivare dalla moltitudine delle fila della canapa che la compongono, così nel legno si scorgono le sue fibre e filamenti distesi per lungo, che lo rendono grandemente più resistente allo strappamento che non sarebbe qualsivoglia canapo della medesima grossezza: ma nel cilindro di pietra o di metallo la coerenza (che ancora par maggiore) delle sue parti depende da altro glutine che da filamenti o fibre; e pure essi ancora da valido tiramento vengono spezzati.

Simp. Se il negozio procede come voi dite, intendo bene che i filamenti nel legno, che son lunghi quanto l'istesso legno, posson renderlo gagliardo e resistente a gran forza che se gli faccia per romperlo; ma una corda composta di fili di canapa non più lunghi di due o tre braccia l'uno,

DISCORSI

E

DIMOSTRAZIONI

MATEMATICHE,

intorno à due nuoue ſcienze

Attenenti alla

MECANICA & i MOVIMENTI LOCALI;

del Signor

GALILEO GALILEI LINCEO,

Filoſofo e Matematico primario del Sereniſſimo Grand Duca di Toſcana.

Con vna Appendice del centro di grauità d'alcuni Solidi.

IN LEIDA,

Appreſſo gli Elſevirii. M. D. C. XXXVIII.

Frontespizio dei *Discorsi intorno a due nuove scienze*

come potrà ridursi alla lunghezza di cento, restando tanto gagliarda? In oltre vorrei anco sentire la vostra opinione intorno all'attaccamento delle parti de i metalli, delle pietre e di altre materie prive di tali filamenti, che pur, s'io non m'inganno, è anco più tenace.

Salv. In nuove specolazioni, e non molto al nostro intento necessarie, converrà divertire, se dovremo delle promosse difficoltà portar le soluzioni.

Sagr. Ma se le digressioni possono arrecarci la cognizione di nuove verità, che pregiudica a noi, non obbligati a un metodo serrato e conciso, ma che solo per proprio gusto facciamo i nostri congressi, digredir ora per non perder quelle notizie che forse, lasciata l'incontrata occasione, un'altra volta non ci si rappresenterebbe? anzi chi sa che bene spesso non si possano scoprir curiosità più belle delle primariamente cercate conclusioni? Pregovi per tanto io ancora a dar sodisfazione al Sig. Simplicio ed a me, non men di esso curioso e desideroso d'intender qual sia quel glutine che sì tenacemente ritien congiunte le parti de i solidi, che pur finalmente sono dissolubili: cognizione che pur anco è necessaria per intender la coerenza delle parti de gli stessi filamenti, de i quali alcuni de i solidi son composti.

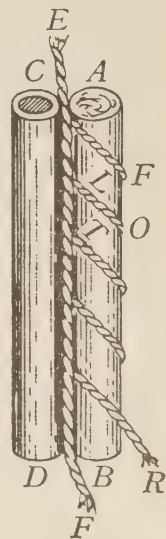
Salv. Eccomi a servirvi, poiché così vi piace. È la prima difficoltà, come possano i filamenti d'una corda lunga cento braccia sì saldamente connettersi insieme (non essendo ciascheduno di essi lungo più di due o tre), che gran violenza ci voglia a disseparargli. Ma ditemi, Sig. Simplicio: non potreste voi d'un sol filo di canapa tener l'una dell'estremità talmente stretta fra le dita, che io, tirando dall'altra, prima che liberarlo dalla vostra mano, lo rompessi? Certo sì. Quando dunque i fili della canapa fusser non solo nell'estremità, ma in tutta la lor lunghezza, con gran forza da chi gli circondasse tenuti stretti, non è manifesta cosa che lo sbarbargli da chi gli strigne sarebbe assai più difficile che il rompergli? Ma nella corda l'istesso atto dell'attorcerla strigne le fila scambievolmente tra di loro in maniera, che tirando poi con gran forza la fune, i suoi filamenti si spezzano, e non si separano l'uno dall'altro; come manifestamente si conosce

dal vedersi nella rottura i filamenti cortissimi, e non lunghi almeno un braccio l'uno, come dovria vedersi quando la division della corda si facesse non per lo strappamento delle fila, ma per la sola separazione dell'uno dall'altro strisciando.

Sagr. Aggiungasi, in confermazion di questo, il vedersi tal volta romper la corda non per il tirarla per lo lungo, ma solo per il soverchiamente attorcerla: argumento, par a me, concludente, le fila esser talmente tra di loro scambievolmente compresse, che le comprimenti non permettono alle compresse scorrer quel minimo che, che sarebbe necessario per allungar le spire, acciò potessero circondar la fune che nel torcimento si scorcia ed in consequenza qualche poco s'ingrossa.

Salv. Voi benissimo dite: ma considerate appresso come una verità si tira dietro l'altra. Quel filo che stretto tra le dita non segue chi, con qualche forza tirandolo, vorrebbe di tra esse sottrarlo, resiste perché da doppia compressione vien ritenuto; avvenga che non meno il dito superiore preme contro l'inferiore, che questo si prema contro a quello. E non è dubbio che quando di queste due premure se ne potesse ritenere una sola, resterebbe la metà di quella resistenza che dalle due congiunte dependeva; ma perché non si può con l'alzar, v. g., il dito superiore levar la sua pressione senza rimuover anco l'altra parte, conviene con nuovo artifizio conservarne una di loro, e trovar modo che l'istesso filo comprima se medesimo contro al dito o altro corpo solido sopra 'l quale si posa, e far sì che l'istessa forza che lo tira per separarnelo, tanto più ve lo comprima, quanto più gagliardamente lo tira: e questo si conseguirà con l'avvolgere a guisa di spira il filo medesimo intorno al solido; il che acciò meglio s'intenda, ne segnerò un poco di figura. E questi *A B*, *C D* siano due cilindri, e tra essi disteso il filo *E F*, che per maggior chiarezza ce lo figureremo essere una cordicella: non è dubbio, che premendo gagliardamente i due cilindri l'uno contro all'altro, la corda *F E*, tirata dall'estremità *F*, resisterà a non piccola violenza prima che scorrere tra i due solidi comprimentila; ma se rimuoveremo

l'uno di loro, la corda, benché continui di toccar l'altro, non però da tal toccamento sarà ritenuta che liberamente non scorra. Ma se ritenendola, benché debolmente attaccata verso la sommità del cilindro *A*, l'avvolgeremo intorno a quello a foggia di spira *A F L O T R*, e dal capo *R* la tireremo, è manifesto che ella comincerà a stringere il cilindro; e se le spire e volute saranno molte, sempre più, nel validamente tirare, si comprimerà la corda addosso al cilindro; e facendosi, con la multiplicazione delle spire, più lungo il toccamento, ed in consequenza men superabile, difficile si farà sempre più lo scorrer della corda e l'acconsentir alla traente forza. Or chi non vede che tale è la resistenza delle filamenta, che con mille e mille simili avvolgimenti il grosso canapo contessono? Anzi lo strignimento di simili tortuosità collega tanto tenacemente, che di non molti giunchi, né anco molto lunghi, sì che poche son le spire con le quali tra di loro s'intrecciano, si compongono robustissime funi, che mi par che domandino *suste*.

E C A F O D B R F

Sagr. Cessa per il vostro discorso nella mia mente la maraviglia di due effetti, de i quali le ragioni non bene erano comprese da me. Uno era il vedere come due o al più tre rivolte del canapo intorno al fuso dell'argano potevano non solamente ritenerlo, che, tirato dall'immensa forza del peso che ei sostiene, scorrendo non gli cedesse, ma che di più, girando l'argano, il medesimo fuso, col solo toccamento del canapo che lo strigne, potesse con li succedenti ravvolgimenti tirare e sollevare vastissime pietre, mentre che le braccia d'un debile ragazzo vanno ritenendo e radunando l'altro capo del medesimo canapo. L'altro è d'un semplice ma arguto ordigno, trovato da un giovane mio parente, per poter con una corda calarsi da una finestra senza scorticarsi crudelmente le palme delle mani, come poco tempo avanti gli era intervenuto con sua grandissima offesa. Ne farò, per facile intelligenza, un piccolo schizzo. Intorno a

un simil cilindro di legno *A B*, grosso come una canna e lungo circa un palmo, incavò un canaletto in forma di spira, di una voluta e mezo e non più, e di larghezza capace della corda che voleva adoprare; e questa fece entrare per il canale dal termine *A* ed uscire per l'altro *B*, circondando poi tal cilindro e corda con un cannone pur di legno, o vero anco di latta, ma diviso per lungo ed ingangherato, sì che liberamente potesse aprirsi e chiudersi: ed abbracciando poi e strignendo con ambe le mani esso cannone, raccomandata la corda a un fermo ritegno di sopra, si sospese su le braccia; e riuscì tale la compressione della corda tra 'l cannone ambiente e 'l cilindro, che, ad arbitrio suo, strignendo fortemente le mani poteva sostenersi senza calare ed allentandole un poco si calava lentamente a suo piacimento.

Salv. Ingegnosa veramente invenzione; e per intera esplicazione della sua natura, mi par di scorgere così per ombra che qualche altra specolazione si potesse aggiugnere: ma non voglio per ora digredir più sopra di questo particolare, e massime volendo voi sentir il mio pensiero intorno alla resistenza allo strapparsi de gli altri corpi, la cui testura non è di filamenti, come quella delle funi e della maggior parte de i legni; ma la coerenza delle parti loro in altre cagioni par che consista, le quali, per mio giudizio, si riducono a due capi: l'uno de i quali è quella decantata repugnanza che ha la natura all'ammettere il vacuo; per l'altro bisogna (non bastando questo del vacuo) introdur qualche glutine, visco o colla, che tenacemente colleghi le particole delle quali esso corpo è composto. Dirò prima del vacuo, mostrando con chiare esperienze quale e quanta sia la sua virtù. E prima, il vedersi, quando ne piaccia, due piastre di marmo, di metallo o di vetro, esquisitamente spianate pulite e lustre, che, posata l'una su l'altra, senza veruna fatica se gli muove sopra strisciando (sicuro argumento che nissun glutine le congiugne), ma che volendo separarle, mantenendole equidistanti, tal repugnanza si trova, che la superiore solleva e

si tira dietro l'altra e perpetuamente la ritiene sollevata, ancorché assai grossa e grave, evidentemente ci mostra l'orrore della natura nel dover ammettere, se ben per breve momento di tempo, lo spazio voto che tra di quelle rimarrebbe avanti che il concorso delle parti dell'aria circostante l'avesse occupato e ripieno. Vedesi anco, che quando bene tali due lastre non fussero esattamente pulite, e perciò che il lor contatto non fusse esquisito del tutto, nel volerle separar lentamente niuna renitenza si trova fuor di quella della sola gravità; ma in un alzamento repentino l'inferior pietra si solleva, ma subito ricade, seguendo solamente la sovrana per quel brevissimo tempo che basta per la distrazzione di quella poca d'aria che s'interponeva tra le lastre, che non ben combaciavano, e per l'ingresso dell'altra circunfusa. Tal resistenza, che così sensatamente si scorge tra le due lastre, non si può dubitare che parimente non risegga tra le parti di un solido, e che nel loro attaccamento non entri almanco a parte e come causa concomitante [5].

Sagr. Fermate di grazia, e concedetemi ch'io dica una particolar considerazione che pur ora mi è caduta in mente: e questa è, che il vedere come la piastra inferiore segue la superiore e che con moto velocissimo vien sollevata, ci rende sicuri che, contro al detto di molti filosofi e forse d'Aristotele medesimo, il moto nel vacuo non sarebbe instantaneo; perché quando fusse tale, le nominate due lastre senza repugnanza veruna si separerebbero, già che il medesimo instante di tempo basterebbe per la loro separazione e per il concorso dell'aria ambiente a riempier quel vacuo che tra esse potesse restare. Dal seguir dunque che fa l'inferior lastra la superiore, si raccoglie come nel vacuo il moto non sarebbe instantaneo; e si raccoglie insieme che pur tra le medesime piastre resti qualche vacuo, almeno per brevis-

[5] Già nel *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua* ecc., Galilei aveva accennato all'attrazione di due corpi con superfici lisce che restano legati l'uno all'altro finché non interviene l'aria a separarli. Qui egli riconduce la causa generale all'*horror vacui*, che gli consente di accennare, sia pure in modo ancora impreciso, al fenomeno della pressione atmosferica.

simo tempo, cioè per tutto quello che passa nel movimento dell'ambiente, mentre concorre a riempiere il vacuo; ché se vacuo non vi restasse, né di concorso né di moto di ambiente vi sarebbe bisogno. Converrà dunque dire che, pur per violenza o contro a natura, il vacuo talor si conceda (benché l'opinion mia è che nissuna cosa sia contro a natura, salvo che l'impossibile, il quale poi non è mai). Ma qui mi nasce un'altra difficoltà; ed è che, se ben l'esperienza m'assicura della verità della conclusione, l'intelletto non resta già interamente appagato della causa alla quale cotale effetto viene attribuito. Imperò che l'effetto della separazione delle due lastre è anteriore al vacuo, che in consequenza alla separazione succederebbe: e perché mi pare che la causa debba, se non di tempo, almeno di natura precedere all'effetto, e che d'un effetto positivo positiva altresì debba esser la causa, non resto capace come dell'aderenza delle due piastre e della repugnanza all'esser separate, effetti che già sono in atto, si possa referir la cagione al vacuo, che non è, ma che arebbe a seguire; e delle cose che non sono, nussuna può esser l'operazione, conforme al pronunziato certissimo del Filosofo.

Simp. Ma già che concedete questo assioma ad Aristotele, non credo che siate per negargliene un altro, bellissimo e vero: e questo è, che la natura non intraprende a voler fare quello che repugna ad esser fatto, dal qual pronunziato mi par che dependa la soluzione del vostro dubbio. Perché dunque a se medesimo repugna essere uno spazio vacuo, vieta la natura il far quello in consequenza di che necessariamente succederebbe il vacuo; e tale è la separazione delle due lastre.

Sagr. Ora, ammesso per soluzione adequata del mio dubbio questo che produce il Sig. Simplicio, seguitando il cominciato discorso, parmi che questa medesima repugnanza al vacuo devrebbe esser bastante ritegno delle parti di un solido di pietra o di metallo, o se altre ve ne sono che più saldamente stiano congiunte e renitenti alla divisione. Perché, se di uno effetto una sola è la cagione, sì come io ho inteso e creduto, o, se pur molte se n'assegnano, ad una

sola si riducono, perché questa del vacuo, che sicuramente è, non basterà per tutte le resistenze?

Salv. Io per ora non voglio entrare in questa contesa, se il vacuo senz'altro ritegno sia per sé solo bastante a tenere unite le parti disunibili de i corpi consistenti; ma vi dico bene che la ragione del vacuo, che milita e conclude nelle due piastre, non basta per sé sola al saldo collegamento delle parti di un solido cilindro di marmo o di metallo, le quali, violentate da forze gagliarde che dirittamente le tirino, finalmente si separano e si dividono. E quando io trovi modo di distinguer questa già conosciuta resistenza, dependente dal vacuo, da ogni altra, qualunque ella si fusse, che con lei concorresse in fortificar l'attaccamento, e che io vi faccia vedere come essa sola non sia a gran pezzo bastante per tale effetto, non concederete voi che sia necessario introdurne altra? Aiutatelo, Sig. Simplicio, già che egli sta ambiguo sopra quello che debba rispondere.

Simp. È forza che la sospensione del Sig. Sagredo sia per altro rispetto, non restando luogo di dubitare sopra sì chiara e necessaria consequenza.

Sagr. Voi, Sig. Simplicio, l'avete indovinata. Andavo pensando se, non bastando un million d'oro l'anno, che vien di Spagna, per pagar l'esercito, fusse necessario far altra provisione che di danari per le paghe de' soldati. Ma seguitate pur, Sig. Salviati, e supponendo ch'io ammetta la vostra consequenza, mostrateci il modo di separare l'operazione del vacuo dall'altre, e misurandola fateci vedere come ella sia scarsa per l'effetto di che si parla.

Salv. Il vostro demonio vi assiste. Dirò il modo dell'appartar la virtù del vacuo dall'altre, e poi la maniera del misurarla. E per appartarla, piglieremo una materia continua, le cui parti manchino di ogni altra resistenza alla separazione fuor che di quella del vacuo, quale a lungo è stato dimostrato in certo trattato del nostro Accademico esser l'acqua: talché, qualunque volta si disponesse un cilindro d'acqua, e che, attratto, si sentisse resistenza allo staccamento delle sue parti, questo da altra cagione che dalla repugnanza al vacuo non potrebbe riconoscersi. Per

far poi una tale esperienza mi son immaginato un artifizio, il quale con l'aiuto di un poco di disegno, meglio che con semplici parole, potrò dichiarare. Figuro, questo *C A B D* essere il profilo di un cilindro di metallo o di vetro, che sarebbe meglio, voto dentro, ma giustissimamente tornito, nel cui concavo entri con esquisitissimo contatto un cilindro di legno, il cui profilo noto *E G H F*, il qual cilindro si possa spignere in su e 'n giù; e questo voglio che sia bucato nel mezzo, sì che vi passi un filo di ferro, oncinato nell'estremità *K*, e l'altro capo *I* vadia ingrossandosi in forma di cono o turbine, facendo che il foro fatto nel legno sia nella parte di sopra esso ancora incavato in forma di conica superficie, aggiustata puntualmente per ricevere la conica estremità *I* del ferro *IK*, qualunque volta si tiri giù dalla parte *K*. Inserto il legno, o vogliamolo chiamar zaffo, *E H* nel cavo cilindro *A D*, non voglio ch'arrivi sino alla superior superficie di esso cilindro, ma che resti lontano due o tre dita; e tale spazio deve esser ripieno di acqua, la quale vi si metterà tenendo il vaso con la bocca *C D* all'in su e calcandovi sopra il zaffo *E H*, col tenere il turbine *I* remoto alquanto dal cavo del legno per lasciar l'esito all'aria, che nel calcare il zaffo se n'uscirà per il foro del legno, che perciò si fa alquanto più largo della grossezza dell'asticciuola di ferro *I K*. Dato l'esito all'aria e ritirato il ferro, che ben suggelli su 'l legno col suo turbine *I*, si rivolterà il vaso tutto con la bocca all'in giù, ed attaccando all'oncino *K* un recipiente da mettervi dentro rena o altra materia grave, si caricherà tanto, che finalmente la superior superficie *E F* del zaffo si staccherà dall'inferiore dell'acqua, alla quale niente altro la teneva congiunta che la repugnanza del vacuo; pesando poi il zaffo col ferro col recipiente e con ciò che vi sarà dentro, aremo la quantità della forza del vacuo: e se, attaccato a un cilindro di marmo o di cristallo, grosso quanto il cilindro dell'acqua, peso tale che, insieme col peso proprio dell'istesso marmo o cristallo, pareggi la gravità di tutte le

nominate bagaglie, ne seguirà la rottura, potremo senza verun dubbio affermare, la sola ragion del vacuo tener le parti del marmo e cristallo congiunte; ma non bastando, e che per romperlo bisogni aggiugnervi quattro volte altrettanto peso, converrà dire, la resistenza del vacuo esser delle cinque parti una, e l'altra quadrupla di quella del vacuo.

Simp. Non si può negare che l'invenzione non sia ingegnosa, ma l'ho per soggetta a molte difficoltà, che me la rendono dubbia: perché, chi ci assicura che l'aria non possa penetrar tra 'l vetro e 'l zaffo, ancorché si circondi bene di stoppa o altra materia cedente? e così, acciò che il cono *I* saldi bene il foro, forse non basterebbe l'ugnerlo con cera o trementina. In oltre, perché non potrebbero le parti dell'acqua distrarsi e rarefarsi? perché non penetrare aria, o esalazioni, o altre sustanze più sottili, per le porosità del legno, o anche dell'istesso vetro?

Salv. Molto destramente ci muove il Sig. Semplicio le difficoltà, ed in parte ci sumministra i rimedii, quanto alla penetrazion dell'aria per il legno, o tra 'l legno e 'l vetro. Ma io, oltre di ciò, noto che potremo nell'istesso tempo accorgerci, con acquisto di nuove cognizioni, se le promosse difficoltà aranno luogo. Imperò che, se l'acqua sarà per natura, se ben con violenza, distraibile, come accade nell'aria, si vedrà il zaffo calare; e se faremo nella parte superiore del vetro un poco di ombelico prominente, come questo *V*, penetrando, per la sustanza o porosità del vetro o del legno, aria o altra più tenue e spiritosa materia, si vedrà radunare (cedendogli l'acqua) nell'eminenza *V*: le quali cose quando non si scorgano, verremo assicurati, l'esperienza esser con le debite cautele stata tentata; e conosceremo, l'acqua non esser distraibile, né il vetro esser permeabile da veruna materia, benché sottilissima.

Sagr. Ed io mercé di questi discorsi ritrovo la causa di un effetto che lungo tempo m'ha tenuto la mente ingombrata di maraviglia e vota d'intelligenza. Osservai già una citerna, nella quale, per trarne l'acqua, fu fatta fare una tromba, da chi forse credeva, ma vanamente, di poterne cavar con minor fatica l'istessa o maggior quantità che con le secchie

ordinarie; ed ha questa tromba il suo stantuffo e animella su alta, sì che l'acqua si fa salire per attrazzione, e non per impulso, come fanno le trombe che hanno l'ordigno da basso. Questa, sin che nella citerna vi è acqua sino ad una determinata altezza, la tira abbondantemente; ma quando l'acqua abbassa oltre a un determinato segno, la tromba non lavora più. Io credetti, la prima volta che osservai tale accidente, che l'ordigno fusse guasto; e trovato il maestro acciò lo raccomodasse, mi disse che non vi era altrimente difetto alcuno, fuor che nell'acqua, la quale, essendosi abbassata troppo, non pativa d'esser alzata a tanta altezza; e mi soggiunse, né con trombe, né con altra machina che sollevi l'acqua per attrazzione, esser possibile farla montare un capello più di diciotto braccia: e siano le trombe larghe o strette, questa è la misura dell'altezza limitatissima. Ed io sin ora sono stato così poco accorto, che, intendendo che una corda, una mazza di legno e una verga di ferro, si può tanto e tanto allungare che finalmente il suo proprio peso la strappi, tenendola attaccata in alto, non mi è sovvenuto che l'istesso, molto più agevolmente, accaderà di una corda o verga di acqua. E che altro è quello che si attrae nella tromba, che un cilindro di acqua, il quale, avendo la sua attaccatura di sopra, allungato più e più, finalmente arriva a quel termine oltre al quale, tirato dal suo già fatto soverchio peso, non altrimente che se fusse una corda, si strappa [6]?

Salv. Così puntualmente cammina il negozio; e perché la medesima altezza delle diciotto braccia è il prefisso termine dell'altezza alla quale qualsivoglia quantità d'acqua, siano cioè le trombe larghissime o strette o strettissime quanto un fil di paglia, può sostentarsi, tutta volta che noi peseremo l'acqua contenuta in diciotto braccia di cannone, sia largo o stretto, aremo il valore della resistenza del vacuo ne i cilindri di qualsivoglia materia solida, grossi quanto

[6] Sulla portata delle indagini e dei progetti galileiani in materia di ingegneria idraulica, cfr. le nostre osservazioni alla *Scrittura attenente all'idraulica* (vol. I pp. 811 segg.) e quelle relative alla lettera al Baliani del 6 agosto 1630, vol. I, pp. 932 segg.

sono i concavi de i cannoni proposti. E già che aviamo detto tanto, mostriamo come di tutti i metalli, pietre, legni, vetri, etc., si può facilmente ritrovare sino a quanta lunghezza si potrebbono allungare cilindri, fili o verghe di qualsivoglia grossezza, oltre alla quale, gravati dal proprio peso, più non potrebber reggersi, ma si strapperebbero. Piglisi, per esempio, un fil di rame di qualsivoglia grossezza e lunghezza, e fermato un de' suoi capi ad alto, si vadia aggiungendo all'altro maggior e maggior peso, sì che finalmente si strappi; e sia il peso massimo che potesse sostenere, v. g., cinquanta libbre: è manifesto che cinquanta libbre di rame, oltre al proprio peso, che sia, per esempio, un ottavo d'oncia, tirato in filo di tal grossezza, sarebbe la lunghezza massima del filo che se stesso potesse reggere. Misurisi poi quanto era lungo il filo che si strappò, e sia, v. g., un braccio: e perché pesò un ottavo d'oncia, e resse se stesso e cinquanta libbre appresso, che sono ottavi d'oncia quattro mila ottocento, diremo, tutti i fili di rame, qualunque si sia la loro grossezza, potersi reggere sino alla lunghezza di quattro mila ottocento un braccio, e non più. E così, una verga di rame potendo reggersi sino alla lunghezza di quattro mila ottocento un braccio, la resistenza che ella trova dependente dal vacuo, rispetto al restante, è tanta, quanto importa il peso d'una verga d'acqua lunga braccia diciotto e grossa quanto quella stessa di rame; e trovandosi, v. g., il rame esser nove volte più grave dell'acqua, di qualunque verga di rame la resistenza allo strapparsi, dependente dalla ragion del vacuo, importa quanto è il peso di due braccia dell'istessa verga. E con simil discorso ed operazione si potranno trovare le lunghezze delle fila o verghe di tutte le materie solide ridotte alla massima che sostener si possa, ed insieme qual parte abbia il vacuo della loro resistenza.

Sagr. Resta ora che ci dichiate in qual cosa consista il resto della resistenza, cioè qual sia il glutine o visco che ritien attaccate le parti del solido, oltre a quello che deriva dal vacuo: perché io non saprei imaginarmi qual colla sia quella che non possa esser arsa e consumata dentro una ardentissima fornace in due, tre e quattro mesi, né in dieci

o in cento; dove stando tanto tempo argento oro e vetro liquefatti, cavati, poi tornano le parti loro, nel freddarsi, a riunirsi e rattaccarsi come prima. Oltre che, la medesima difficoltà che ho nell'attaccamento delle parti del vetro, l'arò io nelle parti della colla, cioè che cosa sia quella che le tiene così saldamente congiunte.

Salv. Pur poco fa vi dissi che 'l vostro demonio vi assisteva. Sono io ancora nelle medesime angustie; ed ancor io, toccando con mano come la repugnanza al vacuo è indubitabilmente quella che non permette, se non con gran violenza, la separazione delle due lastre, e più delle due gran parti della colonna di marmo o di bronzo, non so vedere come non abbia ad aver luogo ed esser parimente cagione della coerenza delle parti minori e sino delle minime ultime delle medesime materie: ed essendo che d'un effetto una sola è la vera e potissima causa, mentre io non trovo altro glutine, perché non debbo tentar di vedere se questo del vacuo, che si trova, può bastarci?

Simp. Se di già voi avete dimostrato, la resistenza del gran vacuo, nel separarsi le due gran parti di un solido, esser piccolissima in comparazion di quella che tien congiunte le particole minime, come non volete tener più che per certo, questa esser diversissima da quella?

Salv. A questo rispose il Sig. Sagredo, che pur si pagavano tutti i particolari soldati con danari raccolti da imposizioni generali di soldi e di quattrini, se bene un million d'oro non bastava a pagar tutto l'esercito. E chi sa che altri minutissimi vacui non lavorino per le minutissime particole, sì che per tutto sia dell'istessa moneta quello con che si tengono tutte le parti congiunte? Io vi dirò quello che tal ora mi è passato per l'imaginazione, e ve lo do non come verità risoluta, ma come una qual si sia fantasia, piena anco d'indigestioni, sottoponendola a più alte contemplazioni: cavatene se nulla vi è che vi gusti; il resto giudicatelo come più vi pare. Nel considerar tal volta come, andando il fuoco serpendo tra le minime particole di questo e di quel metallo, che tanto saldamente si trovano congiunte, finalmente le separa e disunisce; e come poi, partendosi il fuoco, tornano

con la medesima tenacità di prima a ricongiugnersi, senza diminuirsi punto la quantità nell'oro, e pochissimo in altri metalli, anco per lungo tempo che restino distrutti; pensai che ciò potesse accadere perché le sottilissime particole del fuoco, penetrando per gli angusti pori del metallo (tra i quali, per la loro strettezza, non potessero passare i minimi dell'aria né di molti altri fluidi), col riempiere i minimi vacui tra esse fraposti liberassero le minime particole di quello dalla violenza con la quale i medesimi vacui l'una contro l'altra attraggono, proibendogli la separazione; e così, potendosi liberamente muovere, la lor massa ne divenisse fluida, e tale restasse sin che gl'ignicoli tra esse dimorassero; partendosi poi quelli e lasciando i pristini vacui, tornasse la lor solita attrazzione, ed in consequenza l'attaccamento delle parti. Ed all'istanza del Sig. Simplicio parmi che si possa rispondere, che se bene tali vacui sarebber piccolissimi, ed in consequenza ciascheduno facile ad esser superato, tuttavia l'innumerabile moltitudine innumerabilmente (per così dire) multiplica le resistenze [7]: e quale e quanta sia la forza che da numero immenso di debolissimi momenti insieme congiunti risulta, porgacene evidentissimo argomento il veder noi un peso di milioni di libbre, sostenuto da canapi grossissimi, cedere e finalmente lasciarsi vincere e sollevare dall'assalto de gl'innumerabili atomi di acqua, li quali, o spinti dall'austro, o pur che, distesi in tenuissima nebbia, si vadano movendo per l'aria, vanno a cacciarsi tra fibra

[7] La discussione che si svolge in questo passo coinvolge il problema dell'analogia e della differenza tra suddividere matematico e suddividere fisico; Galilei, come già osservò rispondendo alle obbiezioni di Ludovico delle Colombe e di Vincenzo Di Grazia al suo *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua* (IV, pp. 416 segg.) nota che non è impossibile la riduzione a parti indivisibili della materia ad opera del fuoco, come non può essere impossibile, né è negato dai matematici, che si possa comporre una linea di punti. È evidente che quando la filosofia peripatetica vuol sostenere la disparità di condizioni tra operazione matematica e operazione fisica, vuol difendere il proprio metodo di valutazione qualitativa della realtà fisica ed escludere l'elaborazione quantitativa della fisica ad opera del calcolo matematico; proprio il contrario di quanto si propone la scienza moderna. Si veda al riguardo la interessante discussione tra Simplicio e Sagredo più avanti a p. 707.

e fibra de i canapi tiratissimi, né può l'immensa forza del pendente peso vietargli l'entrata; sì che, penetrando per gli angusti meati, ingrossano le corde e per consequenza le scorciano, onde la mole gravissima a forza vien sollevata.

Sagr. Ei non è dubbio alcuno che mentre una resistenza non sia infinita, può dalla moltitudine di minimissime forze esser superata, sì che anco un numero di formiche stracicherebbe per terra una nave carica di grano; perché il senso ci mostra cotidianamente che una formica destramente porta un granello, e chiara cosa è che nella nave non sono infiniti granelli, ma compresi dentro a qualche numero, del quale se ne può prendere un altro quattro e sei volte maggiore, al quale se se ne prenderà un altro di formiche eguale, e si porranno in opera, condurranno per terra il grano e la nave ancora. È ben vero che bisognerà che il numero sia grande, come anco, per mio parere, quello de i vacui che tengono attaccati i minimi del metallo.

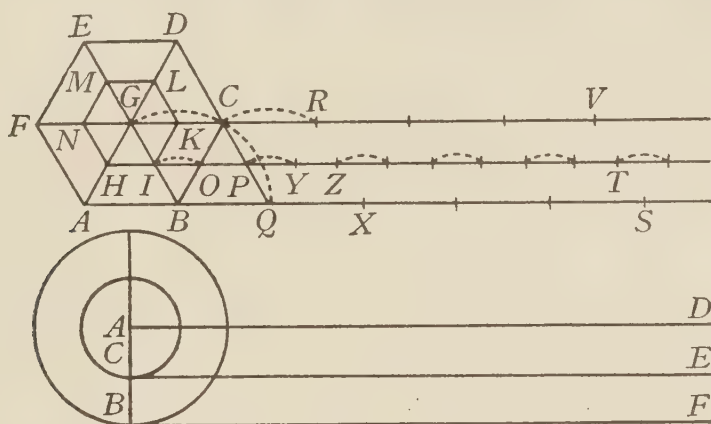
Salv. Ma quando bisognasse che fussero anche infiniti, l'avete voi forse per impossibile?

Sagr. No, quando quel metallo fusse una mole infinita: altrimenti...

Salv. Altrimenti che? Orsù, già che si è messo mano a i paradossi, veggiamo se in qualche maniera si potesse dimostrare, come in una continua estensione finita non repugni il potersi ritrovar infiniti vacui; e nell'istesso tempo ci verrà, se non altro, almeno arrecata una soluzione del più ammirabil problema che sia da Aristotele messo tra quelli che esso medesimo addimanda ammirandi, dico tra le questioni mecaniche [8]; e la soluzione potrebbe esser per

[8] Nei *Mechanica* di Aristotele questo problema, detto poi della « ruota » perché tratta del rapporto che si stabilisce, nella rotazione di due cerchi concentrici, tra il cerchio maggiore e quello minore, veniva così enunciato: entrambi, se concentrici, compiono la medesima rotazione, se invece sono separati ne compiono due diverse. La soluzione che Galilei darà a questo problema (cfr. più avanti pp. 622 segg.) non lascerà soddisfatti i suoi contemporanei: Descartes lo criticò aspramente e tra gli allievi ed amici di Galilei produsse alcune perplessità: Fulgenzio Micanzio il 3 febbraio 1635, avendo ricevuto i fogli contenenti questa parte, scriveva tutto entusiasta: « il moto dell'essagono e del circolo maggiore e minore concentrici mi pare delle

avventura non meno esplicante e concludente di quella che egli medesimo ne arreca, e diversa anco da quello che molto acutamente vi considera il dottissimo Monsig. di Guevara [9]. Ma bisogna prima dichiarare una proposizione non toccata da altri, dalla quale depende lo scioglimento della questione, che poi, s'io non m'inganno, si tira dietro altre notizie nuove ed ammirande: per intelligenza di che, accuratamente descriveremo la figura. Però intendiamo un poligono equilatero ed equiangolo, di quanti lati esser si voglia, descritto intorno

E D M G L C R V F N K H I O P Y Z T A B Q X S A C B D E F

a questo centro *G*, e sia per ora un esagono *A B C D E F*; simile al quale, e ad esso concentrico, ne descriveremo un altro minore, quale noteremo *H I K L M N*: e del mag-

più belle cose che possano cadere sotto specolatione. Vediamo ogni dì il corso delle ruote e non so che mai sia stata osservata la meraviglia, che fa tanto viaggio, o prossimamente, una periferia minima che una immensa ». Ma il de Ville, che aveva avuto contatti epistolari col Galilei, obbiettò in quella lettera del 3 marzo 1635 (cfr. vol. I., pp. 937-40) che conteneva altre osservazioni critiche: « Non è possibile che essendo duoi circoli concentrici delli quali il magiore si mova sopra un piano, faciendo una linea eguale alla sua circonferenza, et nell'istesso tempo il minore sopra un altro piano, il moto del minore si faccia come nelli polygonii concentrici, cioè per salti et intervalli... Quanto a me, estimo che il moto del minore circolo si fa cossì: quando qualche parte del circolo magiore si move sopra il piano, si move anche parte proporzionale del minore, perché di tutti li punti assignabili del magiore si può tirare semidiametri al centro, le quali leveranno portioni proportionali delli circoli concentrici, et come sono li circoli cossì le portioni... ».

[9] Giovanni di Guevara, vescovo di Teano, scrisse nel 1627 un commento ai *Mechanica* di Aristotele, intitolato *In Aristotelis mechanicas commentarii*; egli fu in corrispondenza con Galilei, al quale sottopose spesso quesiti di meccanica.

giore si prolunghi un lato *A B* indeterminatamente verso *S*, e del minore il rispondente lato *H I* sia verso la medesima parte similmente prodotto, segnando la linea *H T* parallela all'*A S*, e per il centro passi l'altra, alle medesime equidistante, *G V*. Fatto questo, intendiamo il maggior poligono rivolgersi sopra la linea A *S*, portando seco l'altro poligono minore. È chiaro che, stando fisso il punto *B*, termine del lato *A B*, mentre si comincia la revoluzione, l'angolo *A* si solleverà, e 'l punto *C* s'abbasserà descrivendo l'arco *C Q*, sì che il lato *B C* si adatti alla linea a se stesso eguale *B Q*: ma in tal conversione l'angolo *I* del minor poligono si eleverà sopra la linea *I T*, per esser la *I B* obliqua sopra l'*A S*, né prima tornerà il punto *I* su la parallela *I T*, se non quando il punto *C* sarà pervenuto in *Q*; allora l'*I* sarà caduto in *O*, dopo aver descritto l'arco *I O* fuori della linea *H T*, ed allora il lato *I K* sarà passato in *O P*: ma il centro *G* tra tanto sempre averà caminato fuori della linea *G V*, su la quale non sarà tornato se non dopo aver descritto l'arco *G C*. Fatto questo primo passo, il poligono maggiore sarà trasferito a posare co 'l lato *B C* su la linea *B Q*, il lato *I K* del minore sopra la linea *O P*, avendo saltato tutta la parte *I O* senza toccarla, e 'l centro *G* pervenuto in *C*, facendo tutto il suo corso fuori della parallela *G V*, e finalmente tutta la figura si sarà rimessa in un posto simile al primo: sì che continuandosi la revoluzione e venendo al secondo passo, il lato del maggior poligono *C D* si adatterà alla parte *Q X*, il *K L* del minore (avendo prima saltato l'arco *P Y*) caderà in *Y Z*, ed il centro, procedendo sempre fuori della *G V*, in essa caderà solamente in *R*, dopo il gran salto *C R*: ed in ultimo, finita una intera conversione, il maggior poligono avrà calcate sopra la sua *A S* sei linee eguali al suo perimetro, senza veruna interposizione; il poligono minore arà parimente impresse sei linee eguali all'ambito suo, ma discontinuate dall'interposizione de' cinque archi, sotto i quali restano le corde, parti della parallela *H T*, non tocche dal poligono; e finalmente il centro *G* non è convenuto mai con la parallela *G V*, salvo che in sei punti. Di qui potete comprendere come lo spazio passato dal minor

poligono è quasi eguale al passato del maggiore, cioè la linea *H T* alla *A S*, della quale è solamente minore quanto è la la corda d'uno di questi archi, intendendo però la linea *H T* insieme con li spazii de i cinque archi. Ora questo, che vi ho esposto e dichiarato nell'esempio di questi essagoni, vorrei che intendeste accadere di tutti gli altri poligoni, di quanti lati esser si voglino, purché siano simili, concentrici e congiunti, e che alla conversion del maggiore s'intenda rigirarsi anco l'altro, quanto si voglia minore; che intendeste, dico, le linee da essi passate esser prossimamente eguali, computando nello spazio passato dal minore gl'intervalli sotto gli archetti, non tocchi da parte veruna del perimetro di esso minor poligono. Passa dunque il gran poligono di mille lati, e misura consequentemente, una linea retta eguale al suo ambito; e nell'istesso tempo il piccolo passa una prossimamente egual linea, ma interrottamente composta di mille particelle eguali a i suoi mille lati con l'interposizione di mille spazii vacui, che tali possiamo chiamargli in relazione alle mille lineette toccate da i lati del poligono: ed il detto sin qui non ha veruna difficoltà o dubitazione. Ma ditemi: se intorno a un centro, qual sia, v. g., questo punto *A*, noi descriveremo due cerchi concentrici ed insieme uniti, e che da i punti *C*, *B* de i lor semidiametri siano tirate le tangenti *C E*, *B F*, e ad esse per il centro *A* la parallela *A D*, intendendo girato il cerchio maggiore sopra la linea *B F* (posta eguale alla di lui circonferenza, come parimente le altre due *C E*, *A D*), compita che abbia una revoluzione, che averà fatto il minor cerchio, e che il centro? Questo sicuramente averà scorsa e toccata tutta la linea *A D*, e la circonferenza di quello averà con li suoi toccamenti misurata tutta la *C E*, facendo l'istesso che fecero i poligoni di sopra: in questo solamente differenti, che la linea *H T* non fu tocca in tutte le sue parti del perimetro del minor poligono, ma ne furon lasciate tante intatte, con l'interposizione de' vacui saltati, quante furon le parti tocche da i lati; ma qui ne i cerchi mai non si separa la circonferenza del minor cerchio della linea *C E*, sì che alcuna sua parte non venga tocca, né mai quello che tocca della circonferenza è manco del toccato

nella retta. Or come dunque può senza salti scorrere il cerchio minore una linea tanto maggiore della sua circonferenza?

Sagr. Andava pensando se si potesse dire, che sì come il centro del cerchio, esso solo, stracicato copra *A D*, la tocca tutta, essendo anco un punto solo, così potessero i punti della circonferenza minore, tirati dal moto della maggiore, andare strascicandosi per qualche particella della linea *C E*.

Salv. Questo non può essere, per due ragioni. Prima, perché non sarebbe maggior ragione che alcuno de i toccamenti simili al *C* andassero stracicando per qualche parte della linea *C E*, ed altri no; e quando questo fusse, essendo tali toccamenti (perché son punti) infiniti, gli strascichi sopra la *C E* sarebbero infiniti, ed essendo quanti, farebbero una linea infinita; ma la *C E* è finita. L'altra ragione è, che mutando il cerchio grande, nella sua conversione, continuamente contatto, non può non mutarlo parimente il minor cerchio, non si potendo da altro punto che dal punto *B* tirare una linea retta sino al centro *A* e che passasse per il punto *C*; sì che mutando contatto la circonferenza grande, lo muta ancora la piccola, né punto alcuno della piccola tocca più d'un punto della sua retta *C E*. Oltre che, anco nella conversione de i poligoni nissun punto del perimetro del minore si adattava a più d'un punto della linea che dal medesimo perimetro veniva misurata; come si può facilmente intendere considerando la linea *I K* esser parallela alla *B C*, onde sin che la *B C* non si schiaccia sopra la *B Q*, la *I K* resta sollevata sopra la *I P*, né prima la calca se non nel medesimo instante che la *B C* si unisce con la *B Q*, ed allora tutta insieme la *I K* si unisce con la *O P*, e poi immediatamente se gli eleva sopra.

Sagr. Il negozio è veramente molto intrigato, né a me sovviene scioglimento alcuno: però diteci quello che a voi sovviene.

Salv. Io ricorrerei alla considerazione de i poligoni sopra considerati, l'effetto de i quali è intelligibile e di già compreso: e direi, che sì come ne i poligoni di cento mila lati alla linea passata e misurata dal perimetro del maggiore,

cioè da i cento mila suoi lati continuamente distesi, è eguale la misurata da i cento mila lati del minore, ma con l'interposizione di cento mila spazii vacui traposti; così direi, ne i cerchi (che son poligoni di lati infiniti) la linea passata da gl'infiniti lati del cerchio grande, continuamente disposti, esser pareggiata in lunghezza dalla linea passata da gl'infiniti lati del minore, ma da questi con l'interposizion d'altrettanti vacui tra essi; e sì come i lati non son quanti, ma bene infiniti, così gl'interposti vacui non son quanti, ma infiniti: quelli, cioè, infiniti punti tutti pieni; e questi, infiniti punti parte pieni e parte vacui. E qui voglio che notiate, come risolvendo e dividendo una linea in parti quante, e per consequenza numerate, non è possibile disporle in una estensione maggiore di quella che occupavan mentre stavano continuate e congiunte senza l'interposizione d'altrettanti spazii vacui; ma imaginandola risoluta in parti non quante, cioè ne' suoi infiniti indivisibili, la possiamo concepire distratta in immenso senza l'interposizione di spazii quanti vacui, ma sì bene d'infiniti indivisibili vacui [10]. E questo, che si dice delle semplici linee, s'intenderà detto delle su-

[10] L'esame della nozione degli « indivisibili » si ricollega ad una situazione propria della cultura medievale, in cui l'accettazione delle teorie atomistiche di Democrito, combattute dalla maggioranza degli studiosi e dei filosofi, erano invece sostenute da pochi, e fra questi da Egidio Colonna, del quale si è già accennato (vol. I, p. 934, n. 3). La posizione assunta al riguardo da Galilei è determinata anzitutto dal suo costante concetto della matematica: « disciplina, per lui, inscindibilmente legata alla tecnica, al disegno, allo studio dei fenomeni naturali ... la matematica continuava ad avere un valore non di fine ma di mezzo, era il grande ausilio della logica » (L. GEYMONAT, *op. cit.*, 312-13). In questo contesto si inserisce anche la particolare forma di corrispondenza tra Galilei e il suo allievo Bonaventura Cavalieri (autore della *Geometria indivisibilibus continuorum quadam ratione promota* del 1635): questi, particolarmente interessato a questioni di matematica pura, per molti anni aveva insistito perché Galilei precisasse il suo atteggiamento nella questione degli indivisibili: all'inizio del 1634, avendo saputo che Galilei attendeva alla presente opera, insisté ancora perché « si compiacesse toccare qualche cosa ancora della dottrina degli indivisibili » (XVI, p. 15); ma Galilei non rispose mai su questo tema e in queste pagine porrà il problema degli indivisibili in diretta relazione « con un problema fisico, quello della divisione (e quindi degli atomi e del vuoto) » (L. GEYMONAT, *op. cit.*, 316).

perficie e de' corpi solidi, considerandogli composti di infiniti atomi non quanti: che mentre gli vorremo dividere in parti quante, non è dubbio che non potremo disporle in spazii più ampli del primo occupato dal solido se non con l'interposizione di spazii quanti vacui, vacui, dico, almeno della materia del solido; ma se intenderemo l'altissima ed ultima resoluzione fatta ne i primi componenti non quanti ed infiniti potremo concepire tali componenti distratti in spazio immenso senza l'interposizione di spazii quanti vacui, ma solamente di vacui infiniti non quanti: ed in questa guisa non repugna distrarsi, v. g., un piccolo globetto d'oro in uno spazio grandissimo senza ammettere spazii quanti vacui; tutta volta però che ammettiamo, l'oro esser composto di infiniti indivisibili.

Simp. Parmi che voi caminiate alla via di quei vacui disseminati di certo filosofo antico.

Salv. Ma però voi non soggiugnete « il quale negava la Providenza divina », come in certo simil proposito, assai poco a proposito, soggiunse un tale antagonista del nostro Accademico.

Simp. Veddi bene, e non senza stomaco, il livore del mal affetto contradittore: ma io non solamente per termine di buona creanza non toccherei simili tasti, ma perché so quanto sono discordi dalla mente ben temperata e bene organizzata di V. S., non solo religiosa e pia, ma cattolica e santa. Ma ritornando su 'l proposito, molte difficoltà sento nascermi da gli auti discorsi, dalle quali veramente io non saprei liberarmi. E per una mi si para avanti questa, che se le circonferenze de i due cerchi sono eguali alle due rette *C E*, *B F*, questa continuamente presa, e quella con l'interposizione d'infiniti punti vacui, l'*A D* descritta dal centro, che è un punto solo, in qual maniera si potrà chiamare ad esso eguale, contenendone infiniti? In oltre, quel comporre la linea di punti, il divisibile di indivisibili, il quanto di non quanti, mi paiono scogli assai duri da passargli e l'istesso dover ammettere il vacuo, tanto concludentemente reprovato da Aristotele, non manca delle medesime difficoltà.

Salv. Ci sono veramente coteste, e dell'altre: ma ricordiamoci che siamo tra gl'infiniti e gl'indivisibili, quelli incomprensibili dal nostro intelletto finito per la lor grandezza, e questi per la lor piccolezza. Con tutto ciò veggiamo che l'umano discorso non vuol rimanersi dall'aggirarsegli attorno; dal che pigliando io ancora qualche libertà, produrrei alcuna mia fantasticheria, se non concludente necessariamente, almeno, per la novità, apportatrice di qualche maraviglia. Ma forse il divertir tanto lungamente dal cominciato cammino potrebbe parervi importuno, e però poco grato.

Sagr. Di grazia, godiamo del benefizio e privilegio che s'ha dal parlar con i vivi e tra gli amici, e più di cose arbitrarie e non necessarie, differente dal trattar co' i libri morti, li quali ti eccitano mille dubbi e nissuno te ne risolvono. Fateci dunque partecipi di quelle considerazioni che il corso de i nostri ragionamenti vi suggerisce, ché non ci mancherà tempo, mercé dell'esser noi disobbligati da funzioni necessarie, di continuar e risolvere l'altre materie intraprese; ed in particolare i dubbii toccati dal Sig. Simplicio non si trapassino in tutti i modi.

Salv. Così si faccia, poiché tale è il vostro gusto: e cominciando dal primo, che fu come si possa mai capire che un sol punto sia eguale ad una linea, vedendo di non ci poter far altro per ora, procurerò di quietare o almeno temperare una improbabilità con un'altra simile o maggiore, come talvolta una maraviglia si attutisce con un miracolo. E questo sarà col mostrarvi, due superficie eguali, ed insieme due corpi pur eguali e sopra le medesime dette superficie, come basi loro, collocati, andarsi continuamente ed egualmente, e queste e quelli, nel medesimo tempo diminuendo, restando sempre tra di loro eguali i loro residui, e finalmente andare, sì le superficie come i solidi, a terminare le lor perpetue egualità precedenti, l'uno de i solidi con l'una delle superficie in una lunghissima linea, e l'altro solido con l'altra superficie in un sol punto, cioè, questi in un sol punto, e quelli in infiniti.

Sagr. Ammirabil proposta veramente mi par cotesta; però sentiamone l'esplicazione e la dimostrazione.

Salv. È necessario farne la figura, perché la prova è pura geometrica. Per tanto intendasi il mezzo cerchio *A F B*, il cui centro *C*, ed intorno ad esso il parallellogrammo rettangolo *A D E B*, e dal centro a i punti *D*, *E* siano tirate le rette linee *C D*, *C E*; figurandoci poi il semidiametro *C F*, perpendicolare a una della due *A B*, *D E*, immobile, intendiamo intorno a quello girarsi tutta questa figura: è manifesto che dal rettangolo *A D E B* verrà descritto un cilindro, dal semicircolo *A F B* una mezza sfera, e dal triangolo *C D E* un cono. Inteso questo, voglio che ci immaginiamo esser levato via l'emisferio, lasciando però il cono e quello che rimarrà del cilindro, il quale, dalla figura che riterrà simile a una scodella, chiameremo pure scodella: della quale e del cono prima dimostreremo che sono eguali; e poi, un piano tirato parallelo al cerchio che è base della scodella, il cui diametro è la linea *D E* e centro *F*, dimostreremo, tal piano, che passasse, v. g., per la linea *G N*, segando la scodella ne i punti *G*, *I*, *O*, *N*, ed il cono ne' punti *H*, *L*, tagliare la parte del cono *C H L* eguale sempre alla parte della scodella, il cui profilo ci rappresentano i triangoli *G A I*, *B O N*; e di più si proverà, la base ancora del medesimo cono, cioè il cerchio il cui diametro *H L*, esser eguale a quella circolar superficie che è base della parte della scodella, che è come se dicessimo un nastro di larghezza quanta è la linea *G I* (notate intanto che cosa sono le definizioni de i matematici, che sono una imposizion di nomi, o vogliam dire abbreviazioni di parlare, ordinate ed introdotte per levar lo stento tedioso che voi ed io sentiamo di presente per non aver convenuto insieme di chiamar, v. g., questa superficie, *nastro circolare*, e quel solido acutissimo della scodella *rasoio rotondo*): or comunque vi piaccia chiamargli, bastivi intendere che il piano prodotto per qualsivoglia distanza, pur che sia parallelo alla base, cioè al cerchio il cui diametro *D E*, taglia sempre i due solidi, cioè la parte del cono *C H L* e la superior parte della scodella, eguali tra di loro, e pari-

mente le due superficie basi di tali solidi, cioè il detto nastro e 'l cerchio *H L*, pur tra loro eguali. Del che ne segue la maraviglia accennata: cioè, che se intenderemo il segante piano successivamente inalzato verso la linea *A B*, sempre le parti de i solidi tagliate sono eguali, come anco le superficie, che son basi loro, pur sempre sono eguali; e finalmente, alzando e alzando tanto li due solidi (sempre eguali) quanto le lor basi (superficie pur sempre eguali), vanno a terminare l'una coppia di loro in una circonferenza di un cerchio, e l'altra in un sol punto, ché tali sono l'orlo supremo della scodella e la cuspide del cono. Or mentre che nella diminuzione de i due solidi si va, sino all'ultimo, mantenendo sempre tra essi la egualità, ben par conveniente il dire che gli altissimi ed ultimi termini di tali menomamenti restino tra di loro eguali, e non l'uno infinitamente maggior dell'altro: par dunque che la circonferenza di un cerchio immenso possa chiamarsi eguale a un sol punto. E questo che accade ne i solidi, accade parimente nelle superficie, basi loro, che esse ancora, conservando nella comune diminuzione sempre la egualità, vanno in fine ad incontrare, nel momento della loro ultima diminuzione, quella per suo termine la circonferenza di un cerchio, e questa un sol punto; li quali perché non si devon chiamare eguali, se sono le ultime reliquie e vestigie lasciate da grandezze eguali? E notate appresso, che quando ben fussero tali vasi capaci de gl'immensi emisferii celesti, tanto gli orli loro supremi e le punte de i contenuti coni, servando sempre tra loro l'egualità, andrebbero a terminare, quelli in circonferenze eguali a quelle de i cerchi massimi de gli orbi celesti, e questi in semplici punti. Onde, conforme a quello che tali specolazioni ne persuadono, anco tutte le circonferenze de' cerchi quanto si voglia diseguali, posson chiamarsi tra loro eguali, e ciascheduna eguale a un punto solo [11].

[11] Il carattere paradossale del teorema detto della « scodella » – che cioè un punto ed una circonferenza siano eguali – serve a Galilei per dimostrare le difficoltà proprie di un'indagine condotta per via puramente matematica. L'argomento era già stato affrontato da Galilei, quando nel

Sagr. La specolazione mi par tanto gentile e peregrina, che io, quando ben potessi, non me gli vorrei opporre, ché mi parrebbe un mezzo sacrilegio lacerar sì bella struttura, calpestandola con qualche pedantesco affronto: però per intera sodisfazione recateci pur la prova, che dite geometrica, del mantenersi sempre l'egualità tra quei solidi e quelle basi loro, che penso che non possa esser se non molto arguta, essendo così sottile la filosofica meditazione che da tal conclusione depende.

Salv. La dimostrazione è anco breve e facile. Ripigliamo la segnata figura, nella quale, per esser l'angolo $I P C$ retto, il quadrato del semidiametro $I C$ è eguale alli due quadrati de i lati $I P$, $P C$: ma il semidiametro $I C$ è eguale alla $A C$, e questa alla $G P$, e la $C P$ è eguale alla $P H$; adunque il quadrato della linea $G P$ è eguale alli due quadrati delle $I P$, $P H$ e 'l quadruplo e i quadrupli, cioè il quadrato del diametro $G N$ è eguale alli due quadrati $I O$, $H L$: e perché i cerchi son tra loro come i quadrati de' lor diametri, il cerchio il cui diametro $G N$ sarà eguale alli due cerchi i

marzo 1634 Bonaventura Cavalieri gli aveva inviato la sua *Geometria*. Galilei aveva mosso alcune difficoltà a proposito di questo teorema, e Cavalieri gli aveva così risposto: « Ella dice che se tutte le linee di due superficie eguali sono eguali, diminuendole egualmente le ultime esinanitioni dovrieno essere eguali: il che poi non appare nell'esempio della scodella e del cono, restando in quella una circonferenza, et in questo un punto, infinitamente minor di quella... Hora io direi che pure in questo essempio si verifica la maggior propositione, cioè che restano le ultime esinanitioni pure eguali, poiché detraendo parti eguali da interi eguali è conveniente, s'habbiamo da intendere le rimanenti essere eguali, che e le detratte e le lasciate sieno del medesimo genere, non essendo comparabili quelle che sono di diverso genere, com'Ella sa benissimo. Hora, nel suo essempio, gli indivisibili sono piani, e di questi rimangono sempre parti eguali, detrahendone parti eguali dal cono e dalla scodella; e perché per arrivare all'ultima esinanitione di questa, cioè all'annullare i piani (per dir così) basta levarli una dimensione, e perciò parmi che con ragione si dica che queste ultime esinanitioni sieno eguali (se ben più tosto negativamente che positivamente), essendo noi arrivati al nullo piano tanto nel cono quanto nella scodella, non havendoci che far niente che in uno resti un punto e nell'altro una linea, come che tanto sia niun piano la linea come il ponto ». Più tardi il 19 dicembre 1634 Cavalieri ritornò sull'argomento per dimostrare che l'uguaglianza non riguarda le tangenti estreme delle due figure. Ma Galilei non tenne conto di questa precisazione.

cui diametri *I O*, *H L*, e tolto via il comune cerchio il cui diametro *I O*, il residuo del cerchio *G N* sarà eguale al cerchio il cui diametro è *H L*. E questo è quanto alla prima parte: quanto poi all'altra parte, lasceremo per ora la dimostrazione, sì perché, volendola noi vedere, la troveremo nella duodecima proposizione del libro secondo *De centro gravitatis solidorum* posta dal Sig. Luca Valerio [12], nuovo Archimede dell'età nostra, il quale per un altro suo proposito se ne servì, sì perché nel caso nostro basta l'aver veduto come le superficie già dichiarate siano sempre eguali, e che, diminuendosi sempre egualmente, vadano a terminare l'una in un sol punto e l'altra nella circonferenza d'un cerchio, maggiore anco di qualsivoglia grandissimo, perché in questa consequenza sola versa la nostra maraviglia.

Sagr. Ingegnosa la dimostrazione, quanto mirabile la reflessione fattavi sopra. Or sentiamo qualche cosa circa l'altra difficoltà promossa dal Sig. Simplicio, se però avete alcuna particolarità da dirvi sopra, che crederei che non potesse essere, essendo una controversia stata tanto esagitata.

Salv. Avrò qualche mio pensiero particolare, replicando prima quel che poco fa dissi, cioè che l'infinito è per sé solo

[12] Luca Valerio (1552-1618), matematico insigne ed autorevole per l'opera che qui viene ricordata da Galilei, pubblicata nel 1604: richiamandosi al metodo archimedeo di esaustione egli affrontò una serie di problemi, quali la quadratura delle superfici curve, la determinazione dei volumi e dei centri di gravità prodotta dalla rotazione di figure curvilinee, ecc.; la sicurezza con cui egli usò i metodi rigorosi di Archimede gli valse appunto l'appellativo di « novello Archimede » da parte di Galilei che lo aveva conosciuto a Pisa verso il 1590. Ammesso all'Accademia dei Lincei, ne fu poi espulso nel 1616 per aver criticato l'appoggio dato dall'Accademia alla teoria galileiana del moto terrestre. Egli nelle sue opere (a quella citata in questo passo possiamo aggiungere un'altra del 1606 intitolata *Quadratura parabolae per simplex falsum*) indica in generale il metodo per giungere alla valutazione di una qualsiasi area compresa tra un arco di curva e la corda che lo sottende. Circa il problema della scodella, di cui parla nella XII proposizione del *De centro gravitatis solidorum*, mostra l'equivalenza dei volumi del cono e della scodella, ed espone un procedimento che si richiama all'esaustione archimedea. Galilei contrappose la posizione del Valerio a quella del Cavalieri, che tuttavia seguivano procedimenti differenti: infinitesimale il primo e degli indivisibili il secondo.

da noi incomprensibile, come anco gl'indivisibili; or pensate quel che saranno congiunti insieme: e pur se vogliamo compor la linea di punti indivisibili, bisogna fargli infiniti; e così conviene apprender nel medesimo tempo l'infinito e l'indivisibile. Le cose che in più volte mi son passate per la mente in tal proposito, son molte, parte delle quali, e forse le più considerabili, potrebb'esser che, così improvvisamente, non mi sovvenissero; ma nel progresso del ragionamento potrà accadere che, destando io a voi, ed in particolare al Sig. Simplicio, obbiezzioni e difficoltà, essi all'incontro mi facessero ricordar di quello che senza tale eccitamento restasse dormendo nella fantasia: e però con la solita libertà sia lecito produrre in mezzo i nostri umani capricci, ché tali meritamente possiamo nominargli in comparazione delle dottrine sopranaturali, sole vere e sicure determinatrici delle nostre controversie, e scorte inerranti ne i nostri oscuri e dubbii sentieri o più tosto labirinti.

Tra le prime istanze che si sogliono produrre contro a quelli che compongono il continuo d'indivisibili, suol esser quella che uno indivisibile aggiunto a un altro indivisibile non produce cosa divisibile, perché, se ciò fusse, ne seguirebbe che anco l'indivisibile fusse divisibile; perché quando due indivisibili, come, per esempio, due punti congiunti facessero una quantità, qual sarebbe una linea divisibile, molto più sarebbe tale una composta di tre, di cinque, di sette e di altre moltitudini dispari; le quali linee essendo poi segabili in due parti eguali, rendon segabile quell'indivisibile che nel mezzo era collocato. In questa ed altre obbiezzioni di questo genere si dà sodisfazione alla parte con dirgli, che non solamente due indivisibili, ma né dieci, né cento, né mille non compongono una grandezza divisibile e quanta, ma sì bene infiniti [13].

[13] « Infinita... è una materia lontanissima dall'esser capace di quelli attributi e condizioni alle quali soggiacciono i nostri numeri o grandezze comprese dal nostro intelletto: là non entra la maggioranza, minoranza, né equalità, non vi ha luogo né il pari né il dispari; ogni parte (se parte si può chiamare) dell'infinito è infinita; sì che, se bene una linea di cento

Simp. Qui nasce subito il dubbio, che mi pare insolubile: ed è, che sendo noi sicuri trovarsi linee una maggior dell'altra, tutta volta che amendue contenghino punti infiniti, bisogna confessare trovarsi nel medesimo genere una cosa maggior dell'infinito, perché la infinità de i punti della linea maggiore eccederà l'infinità de i punti della minore. Ora questo darsi un infinito maggior dell'infinito mi par concetto da non poter esser capito in verun modo.

Salv. Queste son di quelle difficoltà che derivano dal discorrer che noi facciamo col nostro intelletto finito intorno a gl'infiniti, dandogli quelli attributi che noi diamo alle cose finite e terminate; il che penso che sia inconveniente, perché stimo che questi attributi di maggioranza, minorità ed egualità non convenghino a gl'infiniti, de i quali non si può dire, uno esser maggiore o minore o eguale all'altro. Per prova di che già mi sovvenne un sì fatto discorso, il quale per più chiara esplicazione proporrò per interrogazioni al Sig. Simplicio, che ha mossa la difficoltà.

Io suppongo che voi benissimo sappiate quali sono i numeri quadrati, e quali i non quadrati.

Simp. Si benissimo che il numero quadrato è quello che nasce dalla moltiplicazione d'un altro numero in se medesimo: e così il quattro, il nove, etc., son numeri quadrati, nascendo quello dal dua, e questo dal tre, in se medesimi moltiplicati.

Salv. Benissimo: e sapete ancora, che sì come i prodotti si dimandano quadrati, i producenti, cioè quelli che si multiplicano, si chiamano lati o radici; gli altri poi, che non nascono da numeri multiplicati in se stessi, non sono altrimenti quadrati. Onde se io dirò, i numeri tutti, comprendendo i quadrati e i non quadrati, esser più che i quadrati soli, dirò proposizione verissima: non è così?

Simp. Non si può dir altrimenti.

palmi è maggiore d'una d'un palmo solo, non però i punti di quella sono più de' punti di questa, ma e questi e quelli sono infiniti ». (Postille alle *Esercitazioni filosofiche* di Antonio Rocco, VII, p. 749).

Salv. Interrogando io di poi, quanti siano i numeri quadrati, si può con verità rispondere, loro esser tanti quante sono le proprie radici, avvenga che ogni quadrato ha la sua radice, ogni radice il suo quadrato, né quadrato alcuno ha più d'una sola radice, né radice alcuna più d'un quadrato solo.

Simp. Così sta.

Salv. Ma se io domanderò, quante siano le radici, non si può negare che elle non siano quante tutti i numeri, poiché non vi è numero alcuno che non sia radice di qualche quadrato; e stante questo, converrà dire che i numeri quadrati siano quanti tutti i numeri, poiché tanti sono quante le lor radici, e radici son tutti i numeri: e pur da principio dicemmo, tutti i numeri esser assai più che tutti i quadrati, essendo la maggior parte non quadrati. E pur tuttavia si va la moltitudine de i quadrati sempre con maggior proporzione diminuendo, quanto a maggior numeri si trapassa; perché sino a cento vi sono dieci quadrati, che è quanto dire la decima parte esser quadrati; in dieci mila solo la centesima parte sono quadrati, in un millione solo la millesima: e pur nel numero infinito, se concepir lo potessimo, bisognerebbe dire, tanti essere i quadrati quanti tutti i numeri insieme.

Sagr. Che dunque si ha da determinare in questa occasione?

Salv. Io non veggo che ad altra decisione si possa venire, che a dire, infiniti essere tutti i numeri, infiniti i quadrati, infinite le loro radici, né la moltitudine de' quadrati esser minore di quella di tutti i numeri, né questa maggior di quella, ed in ultima conclusione, gli attributi di eguale maggiore e minore non aver luogo ne gl'infiniti, ma solo nelle quantità terminate. E però quando il Sig. Simplicio mi propone più linee diseguali, e mi domanda come possa essere che nelle maggiori non siano più punti che nelle minori, io gli rispondo che non ve ne sono né più né manco né altrettanti, ma in ciascheduna infiniti: o veramente se io gli rispondessi, i punti nell'una esser quanti sono i numeri quadrati, in un'altra maggiore quanti tutti i numeri, in quella

piccolina quanti sono i numeri cubi, non potrei io avergli dato sodisfazione col porne più in una che nell'altra, e pure in ciascheduna infiniti? E questo è quanto alla prima difficoltà.

Sagr. Fermate in grazia, e concedetemi che io aggiunga al detto sin qui un pensiero, che pur ora mi giugne: e questo è, che, stanti le cose dette sin qui, parmi che non solamente non si possa dire, un infinito esser maggiore d'un altro infinito, ma né anco che e' sia maggior d'un finito, perché se 'l numero infinito fusse maggiore, v. g., del millione, ne seguirebbe, che passando dal millione ad altri e ad altri continuamente maggiori, si camminasse verso l'infinito; il che non è: anzi, per l'opposito a quanto maggiori numeri facciamo passaggio, tanto più ci discostiamo dal numero infinito; perché ne i numeri, quanto piú si pigliano grandi, sempre più e più rari sono i numeri quadrati in esso contenuti; ma nel numero infinito i quadrati non possono esser manco che tutti i numeri, come pur ora si è concluso; adunque l'andar verso numeri sempre maggiori e maggiori è un discostarsi dal numero infinito.

Salv. E così dal vostro ingegnoso discorso si conclude, gli attributi di maggiore minore o eguale non aver luogo non solamente tra gl'infiniti, ma né anco tra gl'infiniti e i finiti.

Passo ora ad un'altra considerazione, ed è, che stante che la linea ed ogni continuo sian divisibili in sempre divisibili, non veggo come si possa sfuggire, la composizione essere di infiniti indivisibili, perché una divisione e subdivisione che si possa proseguir perpetuamente, suppone che le parti siano infinite, perché altramente la subdivisione sarebbe terminabile; e l'esser le parti infinite si tira in consequenza l'esser non quante, perché quanti infiniti fanno un'estensione infinita: e così abbiamo il continuo composto d'infiniti indivisibili [14].

[14] Come è stato già autorevolmente osservato (cfr. L. GEYMONAT, « Storia della matematica », in *Storia delle scienze*, vol. I, Utet, 1961) il contributo dato da Galilei alla matematica è derivato dalle sue indagini

Simp. Ma se noi possiamo proseguir sempre la divisione in parti quante, che necessità abbiamo noi di dover, per tal rispetto, introdur le non quante?

Salv. L'istesso poter proseguir perpetuamente la divisione in parti quante, induce la necessità della composizione di infiniti non quanti. Imperò che, venendo più alle strette, io vi domando che resolutamente mi diciate, se le parti quante nel continuo, per vostro credere, son finite o infinite?

Simp. Io vi rispondo, essere infinite e finite: infinite, in potenza; e finite, in atto: infinite in potenza, cioé innanzi alla divisione; ma finite in atto, cioè dopo che son divise; perché le parti non s'intendono attualmente esser nel suo tutto, se non dopo esser divise o almeno segnate; altramente si dicono esservi in potenza.

Salv. Sì che una linea lunga, v. g., venti palmi non si dice contener venti linee di un palmo l'una attualmente, se non dopo la divisione in venti parti eguali; ma per avanti si dice contenerle solamente in potenza. Or sia come vi piace; e ditemi se, fatta l'attual divisione di tali parti, quel primo tutto cresce o diminuisce, o pur resta della medesima grandezza?

Simp. Non cresce, né scema.

Salv. Così credo io ancora. Adunque le parti quante nel continuo, o vi siano in atto o vi siano in potenza, non

sulla dinamica dei corpi: fu infatti dalla riflessione sui concetti di velocità istantanea e di accelerazione che Galilei dedusse la necessità di tener conto – nella composizione dei movimenti, nello studio delle loro caratteristiche ecc. – dei mutamenti che avvengono in frazioni comunque piccole di tempo, e furono proprio i risultati ottenuti con tali riflessioni che aprirono la via alle necessarie importantissime applicazioni dell'analisi infinitesimale alla meccanica. Mentre infatti nel campo fisico la suddivisione non può mai oltrepassare le parti minime di materia, cioè le cosidette 'parti quante', nel campo della matematica si può procedere all'infinito. In questo processo però occorrono particolari cautele, per i paradossi che se ne possono ricavare. Il merito di Galilei è di non nascondersi l'esistenza di tali paradossi e peraltro di non lasciarsene intimorire. Non solo egli non cerca di distogliere dall'infinito la nostra attenzione, ma anzi insiste per un suo costante approfondimento con fedele adesione a chiari concetti scientifici senza concessioni e divagazioni di ordine filosofico, e particolarmente metafisico-religiosi.

fanno la sua quantità maggiore né minore: ma chiara cosa è, che parti quante attualmente contenute nel lor tutto, se sono infinite, lo fanno di grandezza infinita: adunque parti quante, benché in potenza solamente, infinite, non possono esser contenute se non in una grandezza infinita; adunque nella finita parti quante infinite, né in atto né in potenza possono esser contenute.

Sagr. Come dunque potrà esser vero che il continuo possa incessabilmente dividersi in parti capaci sempre di nuova divisione?

Salv. Par che quella distinzione d'atto e di potenza vi renda fattibile per un verso quel che per un altro sarebbe impossibile. Ma io vedrò d'aggiustar meglio queste partite con fare un altro computo; ed al quesito che domanda se le parti quante nel continuo terminato sian finite o infinite, risponderò tutto l'opposto di quel che rispose dianzi il Sig. Simplicio, cioè non esser né finite né infinite.

Simp. Ciò non arei saputo mai risponder io, non pensando che si trovasse termine alcuno mezzano tra 'l finito e l'infinito, sì che la divisione o distinzione che pone, una cosa o esser finita o infinita, fusse manchevole e difettosa.

Salv. A me par ch'ella sia. E parlando delle quantità discrete, parmi che tra le finite e l'infinite ci sia un terzo medio termine, che è il rispondere ad ogni segnato numero; sì che, domandato, nel presente proposito, se le parti quante nel continuo siano finite o infinite, la più congrua risposta sia il dire, non esser né finite né infinite, ma tante che rispondono ad ogni segnato numero: per il che fare è necessario che elle non siano comprese dentro a un limitato numero, perché non risponderebbono ad un maggiore; ma né anco è necessario che elle siano infinite, perché niuno assegnato numero è infinito: e così ad arbitrio del domandante una proposta linea gliela potremo assegnare segata in cento parti quante, e in mille e in cento mila, conforme a qual numero più gli piacerà; ma divisa in infinite, questo non già. Concedo dunque a i Signori filosofi che il continuo contiene quante parti quante piace loro, e gli ammetto che le contenga in atto o in potenza, a lor gusto e beneplacito; ma gli

soggiungo poi, che nel modo che in una linea di dieci canne si contengono dieci linee d'una canna l'una, e quaranta d'un braccio l'una, e ottanta di mezzo braccio, etc., così contiene ella punti infiniti: chiamateli poi in atto o in potenza, come più vi piace, ché io, Sig. Simplicio, in questo particolare mi rimetto al vostro arbitrio e giudizio.

Simp. Io non posso non laudare il vostro discorso: ma ho gran paura che questa parità dell'esser contenuti i punti come le parti quante non corra con intera puntualità, né che a voi sarà così agevole il dividere la proposta linea in infiniti punti, come a quei filosofi in dieci canne o in quaranta braccia: anzi ho per impossibile del tutto il ridurr'ad effetto tal divisione, sì che questa sarà una di quelle potenze che mai non si riducono in atto.

Salv. L'esser una cosa fattibile se non con fatica o diligenza, o in gran lunghezza di tempo, non la rende impossibile, perché penso che voi altresì non così agevolmente vi sbrighereste da una divisione da farsi d'una linea in mille parti, e molto meno dovendo dividerla in 937 o altro gran numero primo. Ma se questa, che voi per avventura stimate divisione impossibile, io ve la riducessi a così spedita come se altri la dovesse segare in quaranta, vi contentereste voi di ammetterla più placidamente nella nostra conversazione?

Simp. Io gusto del vostro trattar, come fate talora con qualche piacevolezza; ed al quesito vi rispondo, che la facilità mi parrebbe grande più che a bastanza, quando il risolverla in punti non fusse più laborioso che il dividerla in mille parti.

Salv. Qui voglio dirvi cosa che forse vi farà maravigliare, in proposito del volere o poter risolver la linea ne' suoi infiniti tenendo quell'ordine che altri tiene nel dividerla in quaranta, sessanta o cento parti, cioè con l'andarla dividendo in due e poi in quattro etc.: col qual ordine chi credesse di trovare i suoi infiniti punti, s'ingannerebbe indigrosso, perché con tal progresso né men alla division di tutte le parti quante si perverrebbe in eterno; ma de gli indivisibili tanto è lontano il poter giugner per cotal strada al cercato termine, che più tosto altri se ne discosta, e mentre

pensa, col continuar la divisione e col multiplicar la moltitudine delle parti, di avvicinarsi alla infinità, credo che sempre più se n'allontani: e la mia ragione è questa. Nel discorso auto poco fa concludemmo, che nel numero infinito bisognava che tanti fussero i quadrati o i cubi quanti tutti i numeri, poiché e questi e quelli tanti sono quante le radici loro, e radici son tutti i numeri. Vedemmo appresso, che quanto maggiori numeri si pigliavano, tanto più radi si trovavano in essi i lor quadrati, e più radi ancora i lor cubi: adunque è manifesto, che a quanto maggiori numeri noi trapassiamo, tanto più ci discostiamo dal numero infinito; dal che ne séguita che, tornando in dietro (poiché tal progresso sempre più ci allontana dal termine ricercato), se numero alcuno può dirsi infinito, questo sia l'unità. E veramente in essa son quelle condizioni e necessarii requisiti del numero infinito, dico del contener in sé tanti quadrati quanti cubi e quanti tutti i numeri [15].

Simp. Io non capisco bene come si deva intender questo negozio.

Salv. Il negozio non ha in sé dubbio veruno, perché l'unità è quadrato, è cubo, è quadrato quadrato e tutte le altre dignità, né vi è particolarità veruna essenziale a i quadrati, a i cubi, etc., che non convenga all'uno: come, v. g., proprietà di due numeri quadrati è l'aver tra di loro un numero medio proporzionale; pigliate qualsivoglia numero quadrato per l'uno de' termini e per l'altro l'unità, sempre ci troverete un numero medio proporzionale. Siano due numeri quadrati 9 e 4: eccovi, tra 'l 9 e l'uno, medio proporzionale il 3; fra 'l 4 e l'uno media il 2; e tra i due quadrati 9 e 4 vi è il 6 in mezzo. Proprietà de i cubi è l'esser tra essi necessariamente due numeri medii proporzionali: ponete 8 e 27, già tra loro son medii 12 e 18; e tra l'uno e

[15] È qui indicato un tipico esempio di paradosso dell'infinito: un insieme di numeri quadri dovrebbe essere eguale all'insieme dei numeri interi, per la corrispondenza biunivoca che esiste; ma in effetti i numeri quadrati diventano sempre più rari man mano che si procede nella serie naturale dei numeri.

l'8 mediano il 2 e 'l 4; e tra l'uno e 'l 27, il 3 e 'l 9. Concludiamo per tanto, non ci essere altro numero infinito che l'unità. E queste sono delle maraviglie che superano la capacità della nostra immaginazione, e che devriano farci accorti quanto gravemente si erri mentre altri voglia discorrere intorno a gl'infiniti con quei medesimi attributi che noi usiamo intorno a i finiti, le nature de i quali non hanno veruna convenienza tra di loro.

In proposito di che non voglio tacervi un mirabile accidente che pur ora mi sovviene, esplicante l'infinita differenza, anzi repugnanza e contrarietà di natura, che incontrerebbe una quantità terminata nel trapassar all'infinita. Segniamo questa linea retta *A B* di qualsivoglia lunghezza; e preso in lei qualsivoglia punto *C*, che in parti diseguali la divida, dico che partendosi coppie di linee da i termini *A*, *B*, che, ritenendo fra di loro la medesima proporzione che hanno le parti *A C*, *B C*, vadiano a concorrere insieme, i punti de i lor concorsi cadranno tutti nella circonferenza di un medesimo cerchio: come, per esempio, partendosi le *A L*, *B L* da i punti *A*, *B*, ed avendo tra di loro la medesima proporzione che hanno le parti *A C*, *B C*, ed andando a concorrere nel punto *L*, e ritenendo l'istessa proporzione altre due *A K*, *B K*, concorrendo in *K*, altre *A I*, *B I*, *A H*, *H B*, *A G*, *G B*, *A F*, *F B*, *A E*, *E B*, dico che i punti de i concorsi *L*, *K*, *I*, *H*, *G*, *F*, *E* cascano tutti nella circonferenza di un istesso cerchio; talché se ci immagineremo, il punto *C* muoversi continuamente con tal legge, che le linee da esso prodotte sino a i termini fissi *A*, *B* mantenghino sempre la proporzione medesima che hanno le prime parti *A C*, *C B*, tal punto *C* descriverà la circonferenza d'un cerchio, come appresso vi dimostrerò; ed il cerchio in cotal modo descritto sarà sempre maggiore e maggiore infinitamente, secondo che il punto *C* sarà preso più vicino al punto di mezzo, che sia *O*, e minore sarà quel cerchio che dal punto

più vicino all'estremità *B* sarà descritto; in maniera che da i punti infiniti che pigliar si possono nella linea *O B* si descriveranno cerchi (movendogli con l'esplicata legge) di qualsivoglia grandezza, minori della luce dell'occhio d'una pulce, e maggiori dell'equinoziale del primo mobile. Ora, se alzandosi qualsivoglia de i punti compresi tra i termini *O*, *B*, da tutti si descrivono cerchi, e immensi da i punti prossimi all'*O*, alzando l'istesso *O* e continuando di muoverlo con l'osservanza dell'istesso decreto, cioé che le linee da esso prodotte sino a i termini *A*, *B* ritenghino la proporzione che hanno le prime linee *A O*, *O B*, che linea verrà segnata? Segnerassi la circonferenza d'un cerchio, ma d'un cerchio maggiore di tutti gli altri massimi, di un cerchio, dunque, infinito; ma si segna anco una linea retta e perpendicolare sopra la *B A*, eretta dal punto *O* e prodotta in infinito senza mai tornare a riunire il suo termine ultimo col suo primo, come ben tornavano l'altre: imperò che la segnata per il moto limitato del punto *C*, dopo segnato il mezzo cerchio superiore *C H E*, continuava di segnare l'inferiore *E M C*, riunendo insieme i suoi estremi termini nel punto *C*; ma il punto *O*, mossosi per segnar, come tutti gli altri della linea *A B* (perché i punti presi nell'altra parte *O A* descriveranno essi ancora i lor cerchi, ed i massimi i punti prossimi all'*O*), il suo cerchio, per farlo massimo di tutti, e per conseguenza infinito, non può più ritornare nel suo primo termine, ed in somma descrive una linea retta infinita per circonferenza del suo infinito cerchio [16]. Considerate ora qual differenza sia da un cerchio finito a un infinito, poiché questo muta talmente l'essere, che totalmente perde l'essere e il poter essere: ché già ben chiaramente comprendiamo, non si poter dare un cerchio infinito; il che si tira poi in conseguenza, né meno poter essere una sfera infinita, né altro qualsivoglia corpo o superficie figurata e infinita. Or che diremo di cotali metamorfosi nel passar dal finito all'infinito? e perché doviamo sentir repugnanza maggiore, mentre, cer-

[16] Cfr. *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, p. 455.

cando l'infinito ne i numeri, andiamo a concluderlo nell'uno? e mentre che rompendo un solido in molte parti e seguitando di ridurlo in minutissima polvere, risoluto che si fusse ne gl'infiniti suoi atomi non più divisibili, perché non potremo dire, quello esser ritornato in un solo continuo, ma forse fluido come l'acqua o 'l mercurio o 'l medesimo metallo liquefatto? e non vediamo noi, le pietre liquefarsi in vetro, ed il vetro medesimo, co 'l molto fuoco, farsi fluido più che l'acqua?

Sagr. Doviamo dunque credere, i fluidi esser tali, perché sono risoluti ne i primi infiniti indivisibili, suoi componenti?

Salv. Io non so trovar miglior ripiego per risolver alcune sensate apparenze, tra le quali una è questa. Mentre io piglio un corpo duro, o sia pietra o metallo, e che con martello o sottilissima lima lo vo al possibile dividendo in minutissima ed impalpabile polvere, chiara cosa è che i suoi minimi, ancor che per la lor piccolezza siano impercettibili a uno a uno dalla nostra vista e dal tatto, tuttavia son eglino ancor quanti, figurati e numerabili: e di essi accade che, accumulati insieme, si sostengono ammucchiati; e scavati sino a certo segno, resta la cavità, senza che le parti d'intorno scorrano a riempirla; agitati e commossi, subito si fermano tantosto che il motore esterno gli abbandona: e questi medesimi effetti fanno ancora tutti gli aggregati di corpuscoli maggiori e maggiori, e di ogni figura, ancora che sferica, come veggiamo ne i monti di miglio, di grano, di migliarole di piombo e d'ogni altra materia. Ma se noi tenteremo di vedere tali accidenti nell'acqua, nissuno ve ne troveremo; ma, sollevata, immediatamente si spiana, se da vaso o altro esterno ritegno non sia sostenuta; incavata, subito scorre a riempire la cavità; ed agitata, per lunghissimo tempo va fluttuando, e per spazii grandissimi distendendo le sue onde. Da questo mi par di potere molto ragionevolmente arguire, i minimi dell'acqua, ne i quali ella pur sembra esser risoluta (poiché la minor consistenza di qualsivoglia sottilissima polvere, anzi non ha consistenza nissuna), esser differentissimi da i minimi quanti e divisibili; né saprei ritrovarci altra differenza, che l'esser indivisibili. Parmi anco

che la sua esquisitissima trasparenza ce ne porga assai ferma conjettura: perché se noi piglieremo del più trasparente cristallo che sia e lo cominceremo a rompere e pestare, ridotto in polvere perde la trasparenza, e sempre più quanto più sottilmente si trita; ma l'acqua, che pure è sommamente trita, è anco sommamente diafana. L'oro e l'argento, con acque forti polverizzati più sottilmente che con qualsivoglia lima, pur restano in polvere, ma non divengon fluidi, né prima si liquefanno che gl'indivisibili del fuoco o de i raggi del Sole gli dissolvano, credo ne i lor primi altissimi componenti, infiniti, indivisibili.

Sagr. Questo che V. S. ha toccato della luce, ho io più volte veduto con maraviglia; veduto, dico, con uno specchio concavo di tre palmi di diametro, liquefare il piombo in un instante: onde io son venuto in opinione, che quando lo specchio fusse grandissimo e ben terso e di figura parabolica, liquefarebbe non meno ogni altro metallo in brevissimo tempo, vedendo che quello, né molto grande né ben lustro e di cavità sferica, con tanta forza liquefaceva il piombo ed abbruciava ogni materia combustibile; effetti che mi rendon credibili le maraviglie de gli specchi d'Archimede.

Salv. Intorno a gli effetti de gli specchi d'Archimede mi rese credibile ogni miracolo, che si legge in più scrittori, la lettura de i libri dell'istesso Archimede, già da me con infinito stupore letti e studiati; e se nulla di dubbio mi fusse restato, quello che ultimamente ha dato in luce intorno allo *Specchio Ustorio* il P. Bonaventura Cavalieri, e che io con ammirazione ho letto, è bastato a cessarmi ogni difficoltà [17].

Sagr. Veddi ancor io cotesto trattato, e con gusto e maraviglia grande lo lessi; e perché per avanti avevo conoscenza della persona, mi andai confermando nel concetto che di esso avevo già preso, ch'ei fusse per riuscire uno de'

[17] Nel 1612 Bonaventura Cavalieri aveva pubblicato a Bologna *Lo specchio ustorio ovvero trattato delle settioni coniche*; secondo quanto egli afferma, la combustione a grandissima distanza poteva essere ottenuta con uno specchio parabolico girevole applicato nel foco di un altro specchio parabolico su cui cadessero direttamente i raggi del sole.

principali matematici dell'età nostra. Ma tornando all'effetto maraviglioso de i raggi solari nel liquefare i metalli, doviamo noi credere che tale e sì veemente operazione sia senza moto, o pur che sia con moto, ma velocissimo?

Salv. Gli altri incendii e dissoluzioni veggiamo noi farsi con moto, e con moto velocissimo: veggansi le operazioni de i fulmini, della polvere nelle mine e ne i petardi, ed in somma quanto il velocitar co' i mantici la fiamma de i carboni, mista con vapori grossi e non puri, accresca di forza nel liquefare i metalli: onde io non saprei intendere che l'azzione della luce, benché purissima, potesse esser senza moto, ed anco velocissimo.

Sagr. Ma quale e quanta doviamo noi stimare che sia questa velocità del lume? forse instantanea, momentanea, o pur, come gli altri movimenti, temporanea? né potremo con esperienza assicurarci qual ella sia?

Simp. Mostra l'esperienza quotidiana, l'espansion del lume esser instantanea; mentre che vedendo in gran lontananza sparar un'artiglieria, lo splendor della fiamma senza interposizion di tempo si conduce a gli occhi nostri, ma non già il suono all'orecchie, se non dopo notabile intervallo di tempo.

Sagr. Eh, Sig. Simplicio, da cotesta notissima esperienza non si raccoglie altro se non che il suono si conduce al nostro udito in tempo men breve di quello che si conduca il lume; ma non mi assicura, se la venuta del lume sia per ciò istantanea, più che temporanea ma velocissima. Né simile osservazione conclude più che l'altra di chi dice: « Subito giunto il Sole all'orizonte, arriva il suo splendore a gli occhi nostri »; imperò che chi mi assicura che prima non giugnessero i suoi raggi al detto termine, che alla nostra vista?

Salv. La poca concludenza di queste e di altre simili osservazioni mi fece una volta pensare a qualche modo di poterci senza errore accertar, se l'illuminazione, cioè se l'espansion del lume, fusse veramente instantanea; poiché il moto assai veloce del suono ci assicura, quella della luce non poter esser se non velocissima: e l'esperienza che mi

sovvenne, fu tale. Voglio che due piglino un lume per uno, il quale, tenendolo dentro lanterna o altro ricetto, possino andar coprendo e scoprendo, con l'interposizion della mano, alla vista del compagno, e che, ponendosi l'uno incontro all'altro in distanza di poche braccia, vadano addestrandosi nello scoprire ed occultare il lor lume alla vista del compagno, sì che quando l'uno vede il lume dell'altro, immediatamente scuopra il suo; la qual corrispondenza, dopo alcune risposte fattesi scambievolmente, verrà loro talmente aggiustata, che, senza sensibile svario, alla scoperta dell'uno risponderà immediatamente la scoperta dell'altro, sì che quando l'uno scuopre il suo lume, vedrà nell'istesso tempo comparire alla sua vista il lume dell'altro. Aggiustata cotal pratica in questa piccolissima distanza, ponghansi i due medesimi compagni con due simili lumi in lontananza di due o tre miglia, e tornando di notte a far l'istessa esperienza, vadano osservando attentamente se le risposte delle loro scoperte ed occultazioni seguono secondo l'istesso tenore che facevano da vicino; che seguendo, si potrà assai sicuramente concludere, l'espansion del lume essere instantanea: ché quando ella ricercasse tempo, in una lontananza di tre miglia, che importano sei per l'andata d'un lume e venuta dell'altro, la dimora dovrebbe esser assai osservabile. E quando si volesse far tal osservazione in distanze maggiori, cioè di otto o dieci miglia, potremmo servirci del telescopio, aggiustandone un per uno gli osservatori al luogo dove la notte si hanno a mettere in pratica i lumi; li quali, ancor che non molto grandi, e per ciò invisibili in tanta lontananza all'occhio libero, ma ben facili a coprirsi e scoprirsi, con l'aiuto de i telescopii già aggiustati e fermati potranno esser commodamente veduti.

Sagr. L'esperienza mi pare d'invenzione non men sicura che ingegnosa. Ma diteci quello che nel praticarla avete concluso.

Salv. Veramente non l'ho sperimentata, salvo che in lontananza piccola, cioè manco d'un miglio, dal che non ho potuto assicurarmi se veramente la comparsa del lume opposto sia instantanea; ma ben, se non instantanea, velo-

cissima, e direi momentanea, è ella, e per ora l'assimiglierei a quel moto che veggiamo farsi dallo splendore del baleno veduto tra le nugole lontane otto o dieci miglia; del qual lume distinguiamo il principio, e dirò il capo e fonte, in un luogo particolare tra esse nugole, ma bene immediatamente segue la sua espansione amplissima per le altre circostanti; che mi pare argomento, quella farsi con qualche poco di tempo; perché quando l'illuminazione fusse fatta tutta insieme, e non per parti, non par che si potesse distinguer la sua origine, e dirò il suo centro, dalle sue falde e dilatazioni estreme. Ma in quai pelaghi ci andiamo noi inavvertentemente pian piano ingolfando? tra i vacui, tra gl'infiniti, tra gli indivisibili, tra i movimenti instantanei, per non poter mai, dopo mille discorsi, giugnere a riva?

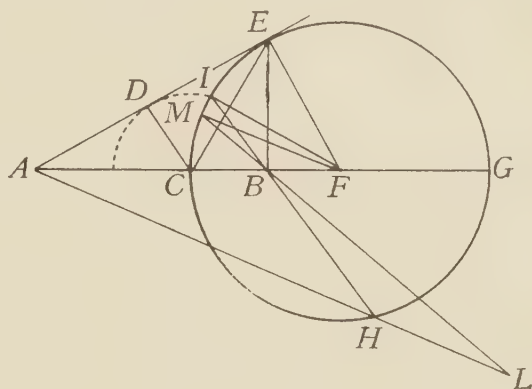
Sagr. Cose veramente molto sproporzionate al nostro intendimento. Ecco: l'infinito, cercato tra i numeri, par che vadia a terminar nell'unità; da gl'indivisibili nasce il sempre divisibile; il vacuo non par che risegga se non indivisibilmente mescolato tra 'l pieno: ed in somma in queste cose si muta talmente la natura delle comunemente intese da noi, che sin alla circonferenza d'un cerchio doventa una linea retta infinita; che, s'io ho ben tenuto a memoria, è quella proposizione che voi, Sig. Salviati, dovevi con geometrica dimostrazione far manifesta. Però, quando vi piaccia, sarà bene, senza più digredire, arrecarcela.

Salv. Eccomi a servirle, dimostrando per piena intelligenza il seguente problema:

> Data una linea retta divisa secondo qualsivoglia proporzione in parti diseguali, descrivere un cerchio, alla cui circonferenza prodotte, a qualsivoglia punto di essa, due linee rette da i termini della data linea, ritenghino la proporzion medesima che hanno tra di loro le parti di essa linea data, sì che omologhe siano quelle che si partono da i medesimi termini.

Sia la data retta linea *A B*, divisa in qualsivoglia modo in parti diseguali nel punto *C*: bisogna descrivere il cerchio, a qualsivoglia punto della cui circonferenza concorrendo due rette prodotte da i termini *A*, *B*, abbiano tra di loro la

proporzion medesima che hanno tra di loro le parti *A C*, *B C*, sì che omologhe sian quelle che si partono dall'istesso termine. Sopra 'l centro *C*, con l'intervallo della minor parte *C B*, intendasi descritto un cerchio, alla circonferenza del quale venga tangente dal punto *A* la retta *A D*, indeterminatamente prolungata verso *E*, e sia il contatto in *D*, e congiungasi la *C D*, che sarà perpendicolare alla *A E*; ed alla *B A* sia perpendicolare la *B E*, la quale prodotta concorrerà con la *A E*, essendo l'angolo *A* acuto; sia il concorso in *E*, di dove si ecciti la perpendicolare alla *A E*, che prodotta vadia a concorrere con la *A B*, infinitamente prolungata, in *F*: dico primieramente, le due rette *F E*, *F C* esser eguali. Imperò che, tirata la *E C*, aremo ne i due triangoli *D E C*, *B E C* li due lati dell'uno *D E*, *E C* eguali alli due dell'altro *B E*, *E C*, essendo le due *D E*, *E B* tangenti del cerchio *D B*, e le basi *D C*, *C B* parimente eguali; onde li due angoli *D E C*, *B E C* saranno eguali. E perché all'angolo *B C E* per esser retto manca quanto è l'angolo *C E B*, ed all'angolo *C E F*, pur per esser retto, manca quanto è l'angolo *C E D*, essendo tali mancamenti eguali, gli angoli *F C E*, *F E C* saranno eguali, ed in consequenza i lati *F E*, *F C*; onde fatto centro il punto *F*, e con l'intervallo *F E* descrivendo un cerchio, passerà per il punto *C*. Descrivasi, e sia *C E G*: dico, questo esser il cerchio ricercato, a qualsivoglia punto della circonferenza del quale ogni coppia di linee che vi concorrano, partendosi da i termini *A*, *B*, aranno la medesima proporzione tra di loro che hanno le due parti *A C*, *B C*, le quali di già vi concorrono nel punto *C*. Questo, delle due che concorrono nel punto *E*, cioè delle *A E*, *B E*, è manifesto, essendo l'angolo *E* del triangolo *A E B* diviso in mezzo dalla *C E*; per lo che qual proporzione ha la *A C* alla *C B*, tale ha la *A E* alla *B E*. L'istesso pro-

veremo delle due $A\,G$, $B\,G$, terminate nel punto G. Imperò che, essendo (per la similitudine de' triangoli $A\,F\,E$, $E\,F\,B$) come $A\,F$ ad $F\,E$ così $E\,F$ ad $F\,B$, cioè come $A\,F$ ad $F\,C$ così $C\,F$ ad $F\,B$, sarà, dividendo, come $A\,C$ a $C\,F$ (cioè ad $F\,G$) così $C\,B$ a $F\,B$, e tutta $A\,B$ a tutta $B\,G$ come una $C\,B$ ad una $B\,F$, e, componendo, come $A\,G$ a $G\,B$ così $C\,F$ ad $F\,B$, cioè $F\,E$ ad $F\,B$, cioè $A\,E$ ad $E\,B$, ed $A\,C$ a $C\,B$: il che bisognava provare. Prendasi ora qualsivoglia altro punto nella circonferenza, e sia H, al quale concorrano le due $A\,H$, $B\,H$: dico parimente, come $A\,C$ a $C\,B$, così essere $A\,H$ ad $H\,B$. Prolunghisi $H\,B$ sino alla circonferenza in I, e congiungasi $I\,F$: e perché già si è visto, come $A\,B$ a $B\,G$, così essere $C\,B$ a $B\,F$, sarà il rettangolo $A\,B\,F$ eguale al rettangolo $C\,B\,G$, cioè $I\,B\,H$, e però come $A\,B$ a $B\,H$, così $I\,B$ a $B\,F$; e sono gli angoli al B eguali; adunque $A\,H$ ad $H\,B$ sta come $I\,F$, cioè $E\,F$, ad $F\,B$, ed $A\,E$ ad $E\,B$.

Dico, oltre a ciò, che è impossibile che le linee che abbiano tal proporzione, partendosi da i termini A, B, concorrano a verun punto o dentro o fuori del cerchio $C\,E\,G$. Imperò che, se è possibile, concorrano due tali linee al punto L, posto fuori, e siano le $A\,L$, $B\,L$, e prolunghisi la $L\,B$ sino alla circonferenza in M, e congiungasi $M\,F$. Se dunque la $A\,L$ alla $B\,L$ è come la $A\,C$ alla $B\,C$, cioè come la $M\,F$ alla $F\,B$, aremo due triangoli $A\,L\,B$, $M\,F\,B$, li quali intorno alli due angoli $A\,L\,B$, $M\,F\,B$ hanno i lati proporzionali, gli angoli alla cima nel punto B eguali, e li due rimanenti $F\,M\,B$, $L\,A\,B$ minori che retti (imperò che l'angolo retto al punto M ha per base tutto il diametro $C\,G$, e non la sola parte $B\,F$; e l'altro al punto A è acuto, perché la linea $A\,L$, omologa della $A\,C$, è maggiore della $B\,L$, omologa della $B\,C$); adunque i triangoli $A\,B\,L$, $M\,B\,F$ son simili, e però come $A\,B$ a $B\,L$ così $M\,B$ a $B\,F$, onde il rettangolo $A\,B\,F$ sarà eguale al rettangolo $M\,B\,L$: ma il rettangolo $A\,B\,F$ s'è dimostrato eguale al $C\,B\,G$: adunque il rettangolo $M\,B\,L$ è eguale al rettangolo $C\,B\,G$, il che è impossibile: adunque il concorso non può cader fuor del cerchio. E nel medesimo

modo si dimostrerà, non poter cader dentro: adunque tutti i concorsi cascano nella circonferenza stessa.

Ma è tempo che torniamo a dar sodisfazione al desiderio del Sig. Simplicio, mostrandogli come il risolver la linea ne' suoi infiniti punti non è non solamente impossibile, ma né meno ha in sé maggior difficoltà che 'l distinguere le sue parti quante, fatto però un supposto, il quale penso, Sig. Simplicio, che non siate per negarmi: e questo è, che non mi ricercherete che io vi separi i punti l'uno dall'altro e ve li faccia veder a uno a uno distinti sopra questa carta, perché io ancora mi contenterei che, senza staccar l'una dall'altra le quattro o le sei parti d'una linea, mi mostraste le sue divisioni segnate, o al più piegate ad angoli, formandone un quadrato o un essagono; perché mi persuado pure che allora le chiamereste a bastanza distinte ed attuate.

Simp. Veramente sì.

Salv. Ora, se l'inflettere una linea ad angoli, formandone ora un quadrato, ora un ottangolo, ora un poligono di quaranta, di cento o mille angoli, è mutazione bastante a ridurre all'atto quelle quattro, otto, quaranta, cento e mille parti che prima nella linea diritta erano, per vostro detto, in potenza, quando io formi di lei un poligono di lati infiniti, cioè quando io la infletta nella circonferenza d'un cerchio, non potrò io con pari licenza dire d'aver ridotto all'atto quelle parti infinite, che voi prima, mentre era retta, dicevi esser in lei contenute in potenza? Né si può negare, tal risoluzione esser fatta ne' suoi infiniti punti non meno che quella delle sue quattro parti nel formarne un quadrato, o nelle sue mille nel formarne un millagono; imperò che in lei non manca veruna delle condizioni che si trovano nel poligono di mille e di cento mila lati. Questo, applicato a una linea retta, se gli posa sopra toccandola con uno de' suoi lati, cioè con una sua centomillesima parte; il cerchio, che è un poligono di lati infiniti, tocca la medesima retta con uno de' suoi lati, che è un sol punto, diverso da tutti i suoi collaterali, e perciò da quelli diviso e distinto non meno che un lato del poligono da i suoi con-

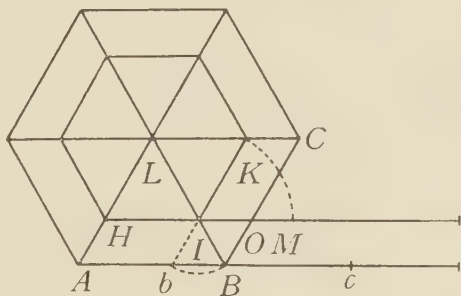
terminali: e come il poligono rivoltato sopra un piano stampa con i toccamenti conseguenti de' suoi lati una linea retta eguale al suo perimetro, così il cerchio girato sopra un tal piano descrive con gl'infiniti suoi successivi contatti una linea retta egual alla propria circonferenza. Non so adesso, Sig. Simplicio, se i Signori Peripatetici, a i quali io ammetto, come verissimo concetto, il continuo esser divisibile in sempre divisibili, sì che continuando una tal divisione e suddivisione mai non si perverrebbe alla fine, si contenteranno di concedere a me, niuna delle tali loro divisioni esser l'ultima, come veramente non è, poiché sempre ve ne resta un'altra, ma bene l'ultima ed altissima esser quella che lo risolve in infiniti indivisibili, alla quale concedo che non si perverrebbe mai dividendo successivamente in maggiore e maggior moltitudine di parti; ma servendosi della maniera che propongo io, di distinguere e risolvere tutta la infinità in un tratto solo (artifizio che non mi dovrebbe esser negato), crederei che dovessero quietarsi, ed ammetter questa composizione del continuo di atomi assolutamente indivisibili, e massime essendo questa una strada forse più d'ogni altra corrente per trarci fuori di molto intrigati laberinti, quali sono, oltre a quello già toccato dalla coerenza delle parti de i solidi, il comprender come stia il negozio della rarefazzione e della condensazione, senza incorrer per causa di quella nell'inconveniente di dovere ammettere spazii vacui, e per questa la penetrazione de i corpi: inconvenienti, che amendue mi pare ch'assai destramente vengano schivati con l'ammetter detta composizione d'indivisibili.

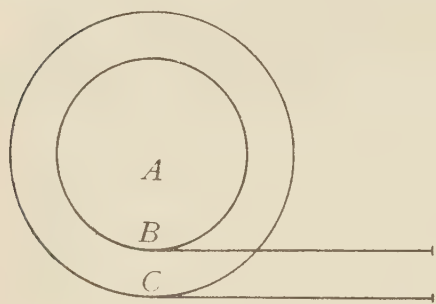
Simp. Io non so quello che i Peripatetici fusser per dire, atteso che le considerazioni fatte da voi credo che gli giugnerebbero per la maggior parte nuove, e come tali converrebbe esaminarle; e potrebbe accadere che quelli vi ritrovassero risposte e soluzioni potenti a sciorre quei nodi, che io, per la brevità del tempo e per la debolezza del mio ingegno, non saprei di presente risolvere. Però sospendendo per ora questa parte, sentirei ben volentieri come l'introduzzione di questi indivisibili faciliti l'intelligenza della

condensazione e della rarefazzione, schivando nell'istesso tempo il vacuo e la penetrazion de i corpi.

Sagr. Sentirò io ancora con gran brama la medesima cosa, all'intelletto mio tanto oscura; con questo però, che io non rimanga defraudato di sentire, conforme a quello che poco fa disse il Sig. Simplicio, le ragioni d'Aristotele in confutazion del vacuo, ed in consequenza le soluzioni che voi gli arrecate, come convien fare mentre voi ammettete quello che esso nega.

Salv. Faremo l'uno e l'altro. E quanto al primo, è necessario che, sì come in grazia della rarefazzione ci serviamo della linea descritta dal minor cerchio, maggiore della propria circonferenza, mentre vien mosso alla revoluzione del maggiore, così per intelligenza della condensazione mostriamo come alla conversione fatta dal minor cerchio il maggiore descriva una linea retta minore della sua circonferenza; per la cui più chiara esplicazione, porremo innanzi la considerazione di quello che accade ne i poligoni.

In una descrizzione simile a quell'altra, siano due essagoni circa il comune centro L, che siano questi $A\,B\,C$, $H\,I\,K$, con le linee parallele $H\,O\,M$, $A\,B\,c$, sopra le quali si abbiano a far le revoluzioni; e fermato l'angolo I del poligono minore, volgasi esso poligono sin che il lato $I\,K$ caschi sopra la parallela, nel qual moto il punto K descriverà l'arco $K\,M$, e 'l lato $K\,I$ si unirà con la parte $I\,M$: tra tanto bisogna vedere quel che farà il lato $C\,B$ del poligono maggiore. E perché il rivolgimento si fa sopra il punto I, la linea $I\,B$ col termine suo B descriverà, tornando indietro, l'arco $B\,b$ sotto alla parallela $c\,A$, tal che quando il lato $K\,I$ si congiugnerà con la linea $M\,I$, il lato $B\,C$ si unirà con la linea $b\,c$, con l'avanzarsi per l'innanzi solamente quanto è la parte $B\,c$ e ritirando in dietro la parte suttesa all'arco $B\,b$, la quale vien sopraposta alla linea $B\,A$. Ed intendendo continuarsi nell'istesso modo la conversione fatta

dal minor poligono, questo descriverà bene e passerà sopra la sua parallela una linea eguale al suo perimetro; ma il maggiore passerà una linea minore del suo perimetro la quantità di tante linee *b B* quanti sono uno manco de' suoi lati; e sarà tal linea prossimamente eguale alla descritta dal poligono minore, eccedendola solamente di quanto è la *b B*. Qui dunque senza veruna repugnanza si scorge la cagione per la quale il maggior poligono non trapassi (portato dal minore) con i suoi lati linea maggiore della passata dal minore; che è perché una parte di ciascheduno de' lati si soprappone al suo precedente conterminale.

Ma se considereremo i due cerchi intorno al centro *A*, li quali sopra le lor parallele posino, toccando il minore la sua nel punto *B*, ed il maggiore la sua nel punto *C*, qui nel cominciar a far la revoluzione del minore non avverrà che il punto *B* resti per qualche tempo immobile, sì che la linea *B C* dando in dietro trasporti il punto *C*, come accadeva ne i poligoni, che restando fisso il punto *I* sin che il lato *K I* cadesse sopra la linea *I M*, la linea *I B* riportava in dietro il *B*, termine del lato *C B*, sino in *b*, onde il lato *B C* cadeva in *b c*, soprapponendo alla linea *B A* la parte *B b* e solo avanzandosi per l'innanzi la parte *B c*, eguale alla *I M*, cioè a un lato del poligono minore; per le quali soprapposizioni, che sono gli eccessi de i lati maggiori sopra i minori, gli avanzi che restano, eguali a i lati del minor poligono, vengono a comporre nell'intera revoluzione la linea retta eguale alla segnata e misurata dal poligono minore. Ma qui dico, che se noi vorremo applicare un simil discorso all'effetto de i cerchi, converrà dire, che dove i lati di qualsivoglia poligono son compresi da qualche numero, i lati del cerchio sono infiniti: quelli son quanti e divisibili; questi, non quanti e indivisibili: i termini de i lati del poligono nella revoluzione stanno per qualche tempo fermi, cioè ciascheduno tal parte del tempo di una intera

conversione, qual parte esso è di tutto il perimetro; ne i cerchi similmente le dimore de' termini de' suoi infiniti lati son momentanee, perché tal parte è un instante d'un tempo quanto, qual è un punto d'una linea, che ne contiene infiniti: i regressi in dietro fatti da i lati del maggior poligono sono non di tutto 'l lato, ma solamente dell'eccesso suo sopra 'l lato del minore, acquistando per l'innanzi tanto di spazio quanto è il detto minor lato; ne i cerchi il punto o lato C, nella quiete instantanea del termine *B*, si ritira in dietro quanto è il suo eccesso sopra 'l lato *B*, acquistando per l'innanzi quanto è il medesimo *B*: ed in somma gl'infiniti lati indivisibili del maggior cerchio con gl'infiniti indivisibili ritiramenti loro, fatti nell'infinite instantanee dimore de gl'infiniti termini de gl'infiniti lati del minor cerchio, e con i loro infiniti progressi, eguali a gl'infiniti lati di esso minor cerchio, compongono e disegnano una linea eguale alla descritta dal minor cerchio, contenente in sé infinite soprapposizioni non quante, che fanno una costipazione e condensazione senza veruna penetrazione di parti quante, quale non si può intendere farsi nella linea divisa in parti quante, quale è il perimetro di qualsivoglia poligono, il quale, disteso in linea retta, non si può ridurre in minor lunghezza se non col far che i lati si soprapponghino e penetrino l'un l'altro. Questa costipazione di parti non quante ma infinite, senza penetrazione di parti quante, e la prima distrazzione di sopra dichiarata de gl'infiniti indivisibili con l'interposizione di vacui indivisibili, credo che sia il più che dir si possa per la condensazione e rarefazzione de i corpi, senza necessità d'introdurre la penetrazione de i corpi e gli spazii quanti vacui [18]. Se ci è cosa che vi gusti, fatene capitale; se no, reputatela vana, e 'l mio discorso ancora, e ricercate da qualche altro esplicazione di maggior quiete per l'intelletto. Solo queste due parole vi replico, che noi siamo tra gl'infiniti e gl'indivisibili.

Sagr. Che il pensiero sia sottile, ed a' miei orecchi nuovo e peregrino, lo confesso liberamente; se poi nel fatto stesso

[18] Cfr. nn. 8 e 14.

la natura proceda con tal ordine, non saprei che risolvermi: vero è che sin ch'io non sentissi cosa che maggiormente mi quietassi, per non rimaner muto affatto, m'atterrei a questa. Ma forse il Sig. Simplicio avrà (quello che sin qui non ho incontrato) modo di esplicare l'esplicazione che in materia così astrusa da i filosofi si arreca; ché in vero quel che sin qui ho letto circa la condensazione è per me così denso, e quel della rarefazzione così sottile, che la mia debol vista questo non comprende e quello non penetra.

Simp. Io son pieno di confusione, e trovo duri intoppi nell'un sentiero e nell'altro, ed in particolare in questo nuovo: perché, secondo questa regola, un'oncia d'oro si potrebbe rarefare e distrarre in una mole maggiore di tutta la Terra, e tutta la Terra condensare e ridurre in minor mole di una noce, cose che io non credo, né credo che voi medesimo crediate; e le considerazioni e dimostrazioni sin qui fatte da voi, come che son cose matematiche, astratte e separate dalla materia sensibile, credo che applicate alle materie fisiche e naturali non camminerebbero secondo coteste regole.

Salv. Che io vi sia per far vedere l'invisibile, né io lo saprei fare, né credo voi lo ricerchiate; ma per quanto da i nostri sensi può esser compreso, già che voi avete nominato l'oro, non veggiam noi farsi immensa distrazzione delle sue parti? Non so se vi sia occorso di veder le maniere che tengono gli artefici in condur l'oro tirato, il quale non è veramente oro se non in superficie, ma la materia interna è argento: ed il modo del condurlo è tale. Pigliano un cilindro, o volete dire una verga, d'argento, lunga circa mezzo braccio e grossa per tre o quattro volte il dito pollice, e questa indorano con foglie d'oro battuto, che sapete esser così sottile che quasi va vagando per l'aria, e di tali foglie ne soprappongono otto o dieci, e non più. Dorato che è, cominciano a tirarlo con forza immensa, facendolo passare per fori della filiera; e tornando a farlo ripassare molte e molte volte successivamente per fori più angusti, dopo molte e molte ripassate lo riducono alla sottigliezza d'un capello di donna, se non maggiore: e tuttavia resta dorato in superficie. La-

scio ora considerare a voi quale sia la sottigliezza e distrazzione alla quale si è ridotta la sustanza dell'oro.

Simp. Io non veggo che da questa operazione venga in consequenza un assottigliamento della materia dell'oro da farne quelle maraviglie che voi vorreste: prima, perché già la prima doratura fu di dieci foglie d'oro, che vengono a far notabile grossezza; secondariamente, se ben, nel tirare e assottigliar quell'argento, cresce in lunghezza, scema però anco tanto in grossezza, che, compensando l'una dimensione con l'altra, la superficie non si agumenta tanto, che per vestir l'argento di oro, bisogni ridurlo a sottigliezza maggiore di quella delle prime foglie.

Salv. V'ingannate d'assai, Sig. Simplicio, perché l'accrescimento della superficie è sudduplo dell'allungamento, come io potrei geometricamente dimostrarvi.

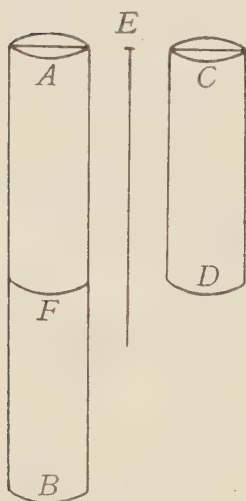
Sagr. Io, e per me e per il Sig. Simplicio, vi pregherei a recarci tal dimostrazione, se però credete che da noi possa esser capita.

Salv. Vedrò se così improvisamente mi torna a memoria. Già è manifesto, che quel primo grosso cilindro d'argento ed il filo lunghissimo tirato sono due cilindri eguali, essendo l'istesso argento; tal che s'io mostrerò qual proporzione abbiano tra di loro le superficie de i cilindri eguali, averemo l'intento. Dico per tanto che:

> Le superficie de i cilindri eguali, trattone le basi, son tra di loro in sudduplicata proporzione delle loro lunghezze [19].

Siano due cilindri eguali, l'altezze de i quali *A B*, *C D*, e sia la linea *E* media proporzionale tra esse: dico, la superficie del cilindro *A B*, trattone le basi, alla superficie del cilindro *C D*, trattone parimente le basi, aver la medesima proporzione che la linea *A B* alla linea *E*, che è sudduplа dalla proporzione di *A B* a *C D*. Taglisi la parte del cilindro *A B* in *F*, e sia l'altezza *A F* eguale alla *C D*: e perché le basi de' cilindri eguali rispondon contrariamente

[19] Rapporto fra le radici di due grandezze.

alle loro altezze, il cerchio base del cilindro *C D* al cerchio base del cilindro *A B* sarà come l'altezza *B A* alla *D C*; e perché i cerchi son tra loro come i quadrati de i diametri, aranno detti quadrati la medesima proporzione che la *B A* alla *C D*; ma come *B A* a *C D*, così il quadrato *B A* al quadrato della *E*: son dunque tali quattro quadrati proporzionali; e però i lor lati ancora saranno proporzionali, e come la linea *A B* alla *E*, così il diametro del cerchio *C* al diametro del cerchio *A*. Ma come i diametri, così sono le circonferenze, e come le circonferenze così sono ancora le superficie de' cilindri egualmente alti: adunque come la linea *A B* alla *E*, così la superficie del cilindro *C D* alla superficie del cilindro *A F*. Perché dunque l'altezza *A F* alla *A B* sta come la superficie *A F* alla superficie *A B*; e come l'altezza *A B* alla linea *E*, così la superficie *C D* alla *A F*: sarà, per la perturbata [20], come l'altezza *A F* alla *E*, così la superficie *C D* alla superficie *A B*: e convertendo, come la superficie del cilindro *A B* alla superficie del cilindro *C D*, così la linea *E* alla *A F*, cioè alla *C D*, o vero la *A B* alla *E*, che è proporzione suddupla della *A B* alla *C D*: che è quello che bisognava provare.

Ora, se noi applicheremo questo, che si è dimostrato, al nostro proposito, presupposto che quel cilindro d'argento, che fu dorato mentre non era più lungo di mezzo braccio e grosso tre o quattro volte più del dito pollice, assottigliato alla finezza d'un capello si sia allungato sino in venti mila braccia (che sarebbe anche più assai), troveremo, la sua superficie esser cresciuta dugento volte più di quello che era; ed in consequenza quelle foglie d'oro, che furon soprap-

[20] L'ordine perturbato (o *perturbata ratio*) si ha quando, date due serie di tre grandezze ciascuna, disposte in un certo ordine, la prima grandezza della prima serie sta alla seconda della medesima serie, come la seconda grandezza della seconda serie sta alla terza di tale serie; e viceversa, nella prima serie, la seconda grandezza sta alla terza come, nella seconda serie, la prima sta alla seconda.

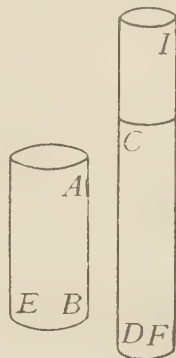
poste dieci in numero, distese in superficie dugento volte maggiore, ci assicurano, l'oro, che cuopre la superficie delle tante braccia di filo, restar non più grosso che la ventesima parte d'una foglia dell'ordinario oro battuto. Considerate ora voi qual sia la sua sottigliezza, e se è possibile concepirla fatta senza una immensa distrazzione di parti, e se questa vi pare una esperienza che tenda anche ad una composizione d'infiniti indivisibili nelle materie fisiche: se ben di ciò non mancano altri più gagliardi e concludenti rincontri.

Sagr. La dimostrazione mi par tanto bella, che quando non avesse forza di persuader quel primo intento per il quale è stata prodotta (che pur mi par che ve l'abbia grande), ad ogni modo benissimo si è impiegato questo breve tempo che per sentirla si è speso.

Salv. Già che veggo che gustate tanto di queste geometriche dimostrazioni, apportatrici di guadagni sicuri, vi dirò la compagna di questa, che sodisfà ad un quesito curioso assai. Nella passata aviamo quello che accaggia de i cilindri eguali, ma diversi di altezze o vero lunghezze: è ben sentire quello che avvenga a i cilindri eguali di superficie, ma diseguali d'altezze; intendendo sempre delle superficie sole che gli circondano intorno, cioè non comprendendo le due basi, superiore e inferiore. Dico dunque che:

> I cilindri retti, le superfici de i quali, trattone le basi, siano eguali, hanno fra di loro la medesima proporzione che le loro altezze contrariamente prese.

Siano eguali le superficie de i due cilindri *A E*, *C F*, ma l'altezza di questo *C D* maggiore dell'altezza dell'altro *A B*: dico, il cilindro *A E* al cilindro *C F* aver la medesima proporzione che l'altezza *C D* alla *A B*. Perché dunque la superficie *C F* è uguale alla superficie *A E*, sarà il cilindro *C F* minore dell'*A E*, perché se li fusse eguale, la sua superficie, per la passata proposizione, sarebbe maggiore della superficie *A E*, e molto più se il medesimo cilindro *C F* fusse maggiore dell'*A E*. Intendasi il cilindro *I D* eguale all'*A E*; adunque, per la precedente, la superficie del ci-

lindro *I D* alla superficie dell'*A E* starà come l'altezza *I F* alla media tra *I F*, *A B*. Ma essendo, per il dato, la superficie *A E* eguale alla *C F*, ed avendo la superficie *I D* alla *C F* la medesima proporzione che l'altezza *I F* alla *C D*, adunque la *C D* è media tra le *I F*, *A B*; in oltre, essendo il cilindro *I D* eguale al cilindro *A E*, aranno amendue la medesima proporzione al cilindro *C F*: ma l'*I D* al *C F* sta come l'altezza *I F* alla *C D*: adunque il cilindro *A E* al cilindro *C F* arà la medesima proporzione che la linea *I F* alla *C D*, cioè che la *C D* alla *A B*, che è l'intento.

Di qui s'intende la ragione d'un accidente che non senza maraviglia vien sentito dal popolo; ed è, come possa essere che il medesimo pezzo di tela più lungo per un verso che per l'altro, se se ne facesse un sacco da tenervi dentro del grano, come si costuma fare con un fondo di tavola, terrà più servendoci per l'altezza del sacco della minor misura della tela e con l'altra circondando la tavola del fondo, che facendo per l'opposito: come se, v. g., la tela per un verso fusse sei braccia e per l'altro dodici, più terrà quando con la lunghezza di dodici si circondi la tavola del fondo, restando il sacco alto braccia sei, che se si circondasse un fondo di sei braccia, avendone dodici per altezza. Ora, da quello che si è dimostrato, alla generica notizia del capir più per quel verso che per questo, si aggiugne la specifica e particolare scienza del quanto ei contenga più; che è, che tanto più terrà quanto sarà più basso, e tanto meno quanto più alto: e così, nella misure assegnate essendo la tela il doppio più lunga che larga, cucita per la lunghezza terrà la metà manco che per l'altro verso; e parimente avendo una stuoia, per fare una bugnola, lunga venticinque braccia e larga, v. g., sette, piegata per lo lungo terrà solamente sette misure di quelle che per l'altro verso ne terrebbe venticinque.

Sagr. E così con nostro gusto particolare andiamo continuamente acquistando nuove cognizioni curiose e non ignude di utilità. Ma nel proposito toccato adesso, veramente non credo che tra quelli che mancano di qualche cognizione di geometria se ne trovassero quattro per cento che non

restassero a prima giunta ingannati, che quei corpi che da superficie eguali son contenuti, non fussero ancora in tutto eguali; sì come nell'istesso errore incorrono parlando delle superficie, che per determinar, come spesse volte accade, delle grandezze di diverse città, intera cognizione gli par d'averne qualunque volta sanno la quantità de i recinti di quelle, ignorando che può essere un recinto eguale a un altro, e la piazza contenuta da questo assai maggiore della piazza di quello: il che accade non solamente tra le superficie irregolari, ma tra le regolari, delle quali quelle di più lati son sempre più capaci di quelle di manco lati, sì che in ultimo il cerchio, come poligono di lati infiniti, è capacissimo sopra tutti gli altri poligoni di egual circuito; di che mi ricordo averne con gusto particolare veduta la dimostrazione studiando la Sfera del Sacrobosco con un dottissimo commentario sopra [21].

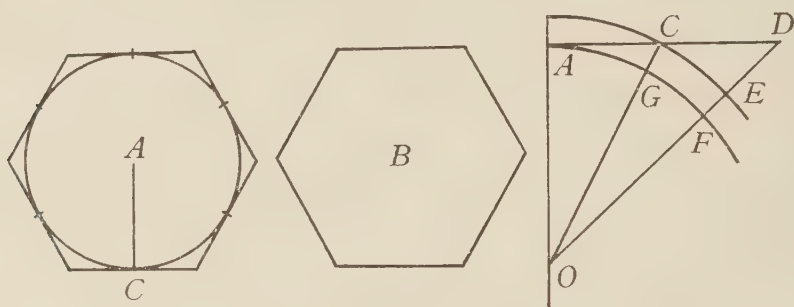
Salv. È verissimo: ed avendo io ancora incontrato cotesto luogo, mi dette occasione di ritrovare, come con una sola e breve dimostrazione si concluda, il cerchio esser maggiore di tutte le figure regolari isoperimetre; e, dell'altre, quelle di più lati, maggiori di quelle di manco.

Sagr. Ed io, che sento tanto diletto in certe proposizioni e dimostrazioni scelte e non triviali, importunandovi vi prego che me ne facciate partecipe.

Salv. In brevi parole vi spedisco, dimostrando il seguente teorema, cioè:

> Il cerchio è medio proporzionale tra qualsivoglino due poligoni regolari tra di loro simili, de i quali uno gli sia circoscritto e l'altro gli sia isoperimetra. In oltre, essendo egli minore di tutti i circoscritti, all'incontro massimo di tutti gl'isoperimetri. De i medesimi poi circoscritti, quelli che hanno più angoli son minori di quelli che ne hanno manco; ma all'incontro, de gl'isoperimetri quelli di più angoli son maggiori.

[21] Cfr. *Dialogo sopra i due massimi sistemi*, p. 323, n. 86.

Delli due poligoni simili A, B sia l'A circoscritto al cerchio A, e l'altro B ad esso cerchio sia isoperimetro: dico, il cerchio esser medio proporzionale tra essi. Imperò che (tirato il semidiametro $A\,C$), essendo il cerchio eguale a quel triangolo rettangolo, de i lati del quale che sono intorno all'angolo retto, uno sia eguale al semidiametro $A\,C$ e l'altro alla circonferenza; e similmente essendo il poligono A eguale al triangolo rettangolo, che intorno all'angolo retto ha uno de i lati eguali alla medesima retta $A\,C$, e l'altro al perimetro del medesimo poligono; è manifesto, il circoscritto poligono aver al cerchio la medesima proporzione che ha il suo perimetro alla circonferenza di esso cerchio, cioè al perimetro del poligono B, che alla circonferenza detta si pone eguale: ma il poligono A al B ha doppia proporzione che 'l suo perimetro al perimetro di B (essendo figure simili): adunque il cerchio A è medio proporzionale tra i due poligoni A, B. Ed essendo il poligono A maggior del cerchio A, è manifesto, esso cerchio A esser maggiore del poligono B, suo isoperimetro, ed in consequenza massimo di tutti i poligoni regolari suoi isoperimetri.

Quanto all'altra parte, cioè di provare che de i poligoni circoscritti al medesimo cerchio, quello di manco lati sia maggior di quello di più lati; ma che all'incontro, de i poligoni isoperimetri quello di più lati sia maggiore di quello di manco lati; dimostreremo così. Nel cerchio, il cui centro O, semidiametro $O\,A$, sia la tangente $A\,D$, ed in essa pongasi, per esempio, $A\,D$ esser la metà del lato del pentagono circoscritto, ed $A\,C$ metà del lato dell'ettagono, e tirinsi le rette $O\,G\,C$, $O\,F\,D$, e, centro O, intervallo $O\,C$, descrivasi

l'arco *E C I*. E perché il triangolo *D O C* è maggiore del settore *E O C*, e 'l settore *C O I* maggiore del triangolo *C O A*, maggior proporzione arà il triangolo *D O C* al triangolo *C O A*, che 'l settore *E O C* al settore *C O I*, cioè che 'l settore *F O G* al settore *G O A*; e componendo e permutando, il triangolo *D O A* al settore *F O A* arà maggior proporzione che il triangolo *C O A* al settore *G O A*, e dieci triangoli *D O A* a dieci settori *F O A* aranno maggior proporzione che quattordici triangoli *C O A* a quattordici settori *G O A*, cioè il pentagono circoscritto arà maggior proporzione al cerchio che non gli ha l'ettagono; e però il pentagono sarà maggior dall'ottagono. Intendansi ora un ettagono ed un pentagono isoperimetri al medesimo cerchio: dico, l'ettagono esser maggior del pentagono. Imperò che, essendo l'istesso cerchio medio proporzionale tra 'l pentagono circoscritto e 'l pentagono suo isoperimetro, e parimente medio tra 'l circoscritto e l'isoperimetro ettagono; essendosi provato, il circoscritto pentagono esser maggiore del circoscritto ettagono; avrà esso pentagono maggior proporzione al cerchio che l'ettagono, cioè il cerchio arà maggior proporzione al suo isoperimetro pentagono che all'isoperimetro ettagono: adunque il pentagono è minore dell'isoperimetro ettagono: che si doveva dimostrare [22].

Sagr. Gentilissima dimostrazione e molto acuta [23]. Ma dove siamo trascorsi a ingolfarci nella geometria? mentre eramo su 'l considerare le difficoltà promosse dal Sig. Simplicio, che veramente son di gran considerazione; ed in particolare quella della condensazione mi par durissima.

[22] Galilei, che aveva conosciuto le *Collezioni matematiche* di Pappo, attraverso la traduzione del Commandino, riprende dal quinto libro di quest'opera le argomentazioni degli isoperimetri. Come si è visto nelle *Mecaniche*, le teorie di Pappo e degli altri matematici dell'antichità sono da lui utilizzate sempre in funzione di problemi di fisica.

[23] A questo punto Galilei aggiunse in margine ad un esemplare dell'edizione di Leida del 1638: «e che ritiene una quasi contradizion nel primo aspetto; poiché la cagione dell'esser il poligono di più lati maggior del suo isoperimetro di manco lati, proviene dall'esser il circonscritto di più lati minor del circonscritto di manco lati».

Salv. Se la condensazione e la rarefazzione son moti opposti, dove si vegga una immensa rarefazzione, non si potrà negare una non men grandissima condensazione; ma rarefazzioni immense, e, quel che accresce la maraviglia, quasi che momentanee, le veggiamo noi tutto 'l giorno. E quale sterminata rarefazzione è quella di una poca quantità di polvere d'artiglieria, risoluta in una mole vastissima di fuoco? e quale, oltre a questa, l'espansione, direi quasi senza termine, della sua luce? E se quel fuoco e questo lume si riunissero insieme, che pur non è impossibile, poiché dianzi stettero dentro quel piccolo spazio, qual condensamento sarebbe questo? Voi, discorrendo, troverete mille di tali rarefazzioni, che sono molto più in pronto ad esser osservate che le condensazioni, perché le materie dense son più trattabili e sottoposte a i nostri sensi, che ben maneggiamo le legne e le vediamo risolvere in fuoco e in luce, ma non così veggiamo il fuoco e 'l lume condensarsi a costituire il legno; veggiamo i frutti, i fiori e mille altre solide materie risolversi in gran parte in odori, ma non così osserviamo gli atomi odorosi concorrere alla costituzione de i solidi odorati. Ma dove manca la sensata osservazione, si deve supplir col discorso, che basterà per farci capaci non men del moto alla rarefazzione e resoluzione de i solidi, che alla condensazione delle sustanze tenui e rarissime. In oltre, noi trattiamo come si possa far la condensazione e rarefazzione de i corpi che si possono rarefare e condensare, specolando in qual maniera ciò possa esser fatto senza l'introduzzion del vacuo e della penetrazione de i corpi; il che non esclude che in natura possano esser materie che non ammettono tali accidenti, ed in consequenza non danno luogo a quelli che voi chiamate inconvenienti e impossibili. E finalmente. Sig. Simplicio, io, in grazia di voi altri, Signori filosofi, mi sono affaticato in specolare come si possa intendere, farsi la condensazione e la rarefazzione senza ammetter la penetrazione de i corpi e l'introduzzione de gli spazii vacui, effetti da voi negati ed aborriti; che quando voi gli voleste concedere, io non vi sarei così duro contradittore. Però, o

ammettete questi inconvenienti, o gradite le mie specolazioni, o trovatene di più aggiustate.

Sagr. Alla negativa della penetrazione son io del tutto con i filosofi peripatetici. A quella del vacuo vorrei sentir ben ponderare la dimostrazione d'Aristotele, con la quale ei l'impugna, e quello che voi, Sig. Salviati, gli opponete. Il Sig. Simplicio mi farà grazia di arrecar puntualmente la prova del Filosofo, e voi Sig. Salviati, la risposta.

Simp. Aristotele, per quanto mi sovviene, insurge contro alcuni antichi, i quali introducevano il vacuo come necessario per il moto, dicendo che questo senza quello non si potrebbe fare [24]. A questo contrapponendosi Aristotele, dimostra che, all'opposito, il farsi (come veggiamo) il moto distrugge la posizione del vacuo; e 'l suo progresso è tale. Fa due supposizioni: l'una è di mobili diversi in gravità, mossi nel medesimo mezzo; l'altra è dell'istesso mobile mosso in diversi mezzi. Quanto al primo, suppone che mobili diversi in gravità si muovano nell'istesso mezzo con diseguali velocità, le quali mantengano tra di loro la medesima proporzione che le gravità; sì che, per esempio, un mobile dieci volte più grave di un altro si muova dieci volte più velocemente. Nell'altra posizione piglia che le velocità del medesimo mobile in diversi mezzi ritengano tra di loro la proporzione contraria di quella che hanno le grossezze o densità di essi mezzi; talmente che, posto, v. g., che la crassizie dell'acqua fusse dieci volte maggiore di quella dell'aria, vuole che la velocità nell'aria sia dieci volte più che la velocità nell'acqua. E da questo secondo supposto trae la dimostrazione in cotal forma; Perché la tenuità del vacuo supera d'infinito intervallo la corpulenza, ben che sottilissima, di qualsivoglia mezzo pieno, ogni mobile che nel mezzo pieno

[24] *Phys.*, IV, 6-9. Aristotele ritiene che la velocità di due corpi che si muovono in uno stesso mezzo sia proporzionale al peso, e che, in mezzi diversi, la velocità sia inversamente proporzionale alla densità del mezzo attraversato. Le critiche, svolte dalla meccanica medievale a questa presunta legge, sollecitarono Galilei a riesaminare tutta la complessa questione del moto, con la conclusione della completa sovversione delle tesi aristoteliche.

si movesse per qualche spazio in qualche tempo, nel vacuo dovrebbe muoversi in uno istante; ma farsi moto in uno instante è impossibile; adunque darsi il vacuo in grazia del moto è impossibile.

Salv. L'argomento si vede che è *ad hominem*, cioè contro a quelli che volevano il vacuo come necessario per il moto: che se io concederò l'argomento come concludente, concedendo insieme che nel vacuo non si farebbe il moto, la posizion del vacuo, assolutamente presa e non in relazione al moto, non vien destrutta. Ma per dire quel che per avventura potrebber rispondere quegli antichi, acciò meglio si scorga quanto concluda la dimostrazione d'Aristotele, mi par che si potrebbe andar contro a gli assunti di quello, negandogli amendue. E quanto al primo, io grandemente dubito che Aristotele non sperimentasse mai quanto sia vero che due pietre, una più grave dell'altra dieci volte, lasciate nel medesimo instante cader da un'altezza, v. g., di cento braccia, fusser talmente differenti nelle lor velocità, che all'arrivo della maggior in terra, l'altra si trovasse non avere né anco sceso dieci braccia.

Simp. Si vede pure dalle sue parole ch'ei mostra d'averlo sperimentato, perché ei dice: *Veggiamo il più grave*; or quel *vedersi* accenna l'averne fatta l'esperienza.

Sagr. Ma io, Sig. Simplicio, che n'ho fatto la prova, vi assicuro che una palla d'artiglieria, che pesi cento, dugento e anco più libbre, non anticiperà di un palmo solamente l'arrivo in terra della palla d'un moschetto, che ne pesi una mezza, venendo anco dall'altezza di dugento braccia.

Salv. Ma, senz'altre esperienze, con breve e concludente dimostrazione possiamo chiaramente provare, non esser vero che un mobile più grave si muova più velocemente d'un altro men grave, intendendo di mobili dell'istessa materia, ed in somma di quelli de i quali parla Aristotele. Però ditemi, Sig. Simplicio, se voi ammettete che di ciascheduno corpo grave cadente sia una da natura determinata velocità, sì che accrescergliela o diminuirgliela non si possa se non con usargli violenza o opporgli qualche impedimento.

Simp. Non si può dubitare che l'istesso mobile nell'istesso mezzo abbia una statuita e da natura determinata velocità, la quale non se gli possa accrescere se non con nuovo impeto conferitogli, o diminuirgliela salvo che con qualche impedimento che lo ritardi.

Salv. Quando dunque noi avessimo due mobili, le naturali velocità de i quali fussero ineguali, è manifesto che se noi congiugnessimo il più tardo col più veloce, questo dal più tardo sarebbe in parte ritardato, ed il tardo in parte velocitato dall'altro più veloce. Non concorrete voi meco in quest'opinione?

Simp. Parmi che così debba indubitabilmente seguire.

Salv. Ma se questo è, ed è insieme vero che una pietra grande si muova, per esempio, con otto gradi di velocità, ed una minore con quattro, adunque, congiugnendole amendue insieme, il composto di loro si moverà con velocità minore di otto gradi: ma le due pietre, congiunte insieme, fanno una pietra maggiore che quella prima, che si moveva con otto gradi di velocità: adunque questa maggiore si muove men velocemente che la minore; che è contro alla vostra supposizione. Vedete dunque come dal suppor che 'l mobile più grave si muova più velocemente del men grave, io vi concludo, il più grave muoversi men velocemente [25].

Simp. Io mi trovo avviluppato, perché mi par pure che la pietra minore aggiunta alla maggiore le aggiunga peso, e, aggiugnendole peso, non so come non debba aggiugnerle velocità, o almeno non diminuirgliela.

Salv. Qui commettete un altro errore, Sig. Simplicio, perché non è vero che quella minor pietra accresca peso alla maggiore.

Simp. Oh, questo passa bene ogni mio concetto.

Salv. Non lo passerà altrimente, fatto ch'io v'abbia accorto dell'equivoco nel quale voi andate fluttuando: però avvertite che bisogna distinguere i gravi posti in moto da i medesimi costituiti in quiete. Una gran pietra messa nella

[25] In un frammento (VIII, p. 371) si può trovare una prima delineazione di questi problemi.

bilancia non solamente acquista peso maggiore col soprapporgli un'altra pietra, ma anco la giunta di un pennecchio di stoppa la farà pesar più quelle sei o dieci once che peserà la stoppa; ma se voi lascerete liberamente cader da un'altezza la pietra legata con la stoppa, credete voi che nel moto la stoppa graviti sopra la pietra, onde gli debba accelerar il suo moto, o pur credete che ella la ritarderà, sostenendola in parte? Sentiamo gravitarci su le spalle mentre vogliamo opporci al moto che farebbe quel peso che ci sta addosso; ma se noi scendessimo con quella velocità che quel tal grave naturalmente scenderebbe, in che modo volete che ci prema e graviti sopra? Non vedete che questo sarebbe un voler ferir con la lancia colui che vi corre innanzi con tanta velocità, con quanta o con maggiore di quella con la quale voi lo seguite? Concludete pertanto che nella libera e naturale caduta la minor pietra non gravita sopra la maggiore, ed in consequenza non le accresce peso, come fa nella quiete.

Simp. Ma chi posasse la maggior sopra la minore?

Salv. Le accrescerebbe peso, quando il suo moto fusse più veloce: ma già si è concluso che quando la minore fusse più tarda, ritarderebbe in parte la velocità della maggiore, tal che il loro composto si moverebbe men veloce, essendo maggiore dell'altra; che è contro al vostro assunto. Concludiamo per ciò, che i mobili grandi e i piccoli ancora, essendo della medesima gravità in spezie, si muovono con pari velocità.

Simp. Il vostro discorso procede benissimo veramente: tuttavia mi par duro a credere che una lagrima di piombo si abbia a muover così veloce come una palla d'artiglieria.

Salv. Voi dovevi dire, un grano di rena come una macina da guado. Io non vorrei, Sig. Simplicio, che voi faceste come molt'altri fanno, che, divertendo il discorso dal principale intento, vi attaccaste a un mio detto che mancasse dal vero quant'è un capello, e che sotto questo capello voleste nasconder un difetto d'un altro, grande quant'una gomona da nave. Aristotele dice: « una palla di ferro di cento libbre, cadendo dall'altezza di cento braccia, arriva in terra prima che una di una libbra sia scesa un sol braccio »; io

dico ch'ell'arrivano nell'istesso tempo; voi trovate, nel farne l'esperienza, che la maggiore anticipa due dita la minore, cioè che quando la grande percuote in terra, l'altra ne è lontana due dita: ora vorreste dopo queste due dita appiattare le novantanove braccia di Aristotele, e parlando solo del mio minimo errore, metter sotto silenzio l'altro massimo. Aristotele pronunzia che mobili di diversa gravità nel medesimo mezzo si muovono (per quanto depende dalla gravità) con velocitadi proporzionate a i pesi loro, e l'esemplifica con mobili ne i quali si possa scorgere il puro ed assoluto effetto del peso, lasciando l'altre considerazioni sì delle figure come de i minimi momenti, le quali cose grande alterazione ricevono dal mezzo, che altera il semplice effetto della sola gravità: che perciò si vede l'oro, gravissimo sopra tutte l'altre materie, ridotto in una sottilissima foglia andar vagando per aria; l'istesso fanno i sassi pestati in sottilissima polvere. Ma se voi volete mantenere la proposizione universale, bisogna che voi mostriate, la proporzione delle velocità osservarsi in tutti i gravi, e che un sasso di venti libbre si muova dieci volte più veloce che uno di due; il che vi dico esser falso, e che, cadendo dall'altezza di cinquanta o cento braccia, arrivano in terra nell'istesso momento.

Simp. Forse da grandissime altezze di migliaia di braccia seguirebbe quello che in queste altezze minori non si vede accadere.

Salv. Se Aristotele avesse inteso questo, voi gli addossereste un altro errore, che sarebbe una bugia; perché, non si trovando in terra tali altezze perpendicolari, chiara cosa è che Aristotele non ne poteva aver fatta esperienza: e pur ci vuol persuadere d'averla fatta, mentre dice che tale effetto si vede.

Simp. Aristotele veramente non si serve di questo principio, ma di quell'altro, che non credo che patisca queste difficoltà.

Salv. E l'altro ancora non è men falso di questo; e mi maraviglio che per voi stesso non penetriate la fallacia, e che non v'accorghiate che quando fusse vero che l'istesso

mobile in mezzi di differente sottilità e rarità, ed in somma di diversa cedenza, quali, per esempio, son l'acqua e l'aria, si movesse con velocità nell'aria maggiore che nell'acqua secondo la proporzione della rarità dell'aria a quella dell'acqua, ne seguirebbe che ogni mobile che scendesse per aria, scenderebbe anco nell'acqua: il che è tanto falso, quanto che moltissimi corpi scendono nell'aria, che nell'acqua non pur non descendono, ma sormontano all'in su [26].

Simp. Io non intendo la necessità della vostra conseguenza; e più dirò che Aristotele parla di quei mobili gravi che descendono nell'un mezzo e nell'altro, e non di quelli che scendono nell'aria, e nell'acqua vanno all'in su.

Salv. Voi arrecate per il Filosofo di quelle difese che egli assolutamente non produrrebbe, per non aggravar il primo errore. Però ditemi se la corpulenza dell'acqua, o quel che si sia che ritarda il moto, ha qualche proporzione alla corpulenza dell'aria, che meno lo ritarda; ed avendola, assegnatela a vostro beneplacito.

Simp. Halla, e ponghiamo ch'ella sia in proporzione decupla; e che però la velocità di un grave che descenda in amendue gli elementi, sarà dieci volte più tardo nell'acqua che nell'aria.

Salv. Piglio adesso un di quei gravi che vanno in giù nell'aria, ma nell'acqua no, qual sarebbe una palla di legno, e vi domando che voi gli assegniate qual velocità più vi piace, mentre scende per aria.

Simp. Ponghiamo che ella si muova con venti gradi di velocità.

[26] Come si è osservato nella nota 24, Aristotele faceva dipendere la velocità di un mobile dalla densità del mezzo in cui quello si muove; ma la scoperta del principio archimedeo del peso specifico fece crollare ogni fondamento a questa teoria, la quale tuttavia fu accettata in genere nell'età medievale dalla cultura peripatetica. Galilei nel respingere questo assioma aristotelico si ricollega alle ricerche del Benedetti, il quale fin dai suoi primi studi rifiutò la regola aristotelica, fatta propria poi dalla scuola di Giordano Nemorario. Si vedano le ampie considerazioni di commento a questo brano, nell'edizione dei *Discorsi* a cura di A. Carugo e di L. Geymonat.

Salv. Benissimo. Ed è manifesto che tal velocità a qualche altra minore può avere la medesima proporzione che la corpulenza dell'acqua a quella dell'aria, e che questa sarà la velocità di due soli gradi; tal che veramente, a filo e a dirittura, conforme all'assunto d'Aristotele, si doverebbe concludere che la palla di legno, che nell'aria, dieci volte più cedente dell'acqua, si muove scendendo con venti gradi di velocità, nell'acqua dovrebbe scendere con due, e non venir a galla dal fondo, come fa: se già voi non voleste dire che nell'acqua il venir ad alto, nel legno, sia l'istesso che 'l calare a basso con due gradi di velocità; il che non credo. Ma già che la palla del legno non cala al fondo, credo pure che mi concederete che qualche altra palla d'altra materia, diversa dal legno, si potrebbe trovare, che nell'acqua scendesse con due gradi di velocità.

Simp. Potrebbesi senza dubbio, ma di materia notabilmente più grave del legno.

Salv. Questo è quel ch'io vo cercando. Ma questa seconda palla, che nell'acqua descende con due gradi di velocità, con quanta velocità descenderà nell'aria? Bisogna (se volete servar la regola d'Aristotele) che rispondiate che si moverà con venti gradi: ma venti gradi di velocità avete voi medesimo assegnati alla palla di legno: adunque questa e l'altra assai più grave si moveranno per l'aria con egual velocità. Or come accorda il Filosofo questa conclusione con l'altra sua, che i mobili di diversa gravità nel medesimo mezzo si muovano con diverse velocità, e diverse tanto quanto le gravità loro? Ma senza molto profonde contemplazioni, come avete voi fatto a non osservar accidenti frequentissimi e palpabilissimi, e non badare a due corpi che nell'acqua si moveranno l'uno cento volte più velocemente dell'altro, ma che nell'aria poi quel più veloce non supererà l'altro di un sol centesimo? come, per esempio, un uovo di marmo scenderà nell'acqua cento volte più presto che alcuno di gallina, che per l'aria nell'altezza di venti braccia non l'anticiperà di quattro dita; ed in somma tal grave andrà al fondo in tre ore in dieci braccia d'acqua, che in aria le passerà in una battuta o due di polso, e tale (come

sarebbe una palla di piombo) le passerà in tempo facilmente men che doppio. E qui so ben, Sig. Simplicio, che voi comprendete che non ci ha luogo distinzione o risposta veruna. Concludiamo per tanto, che tale argomento non conclude nulla contro al vacuo; e quando concludesse, distruggerebbe solamente gli spazii notabilmente grandi, quali né io né credo che quelli antichi supponessero naturalmente darsi, se ben forse con violenza si possan fare, come par che da varie esperienze si raccolga, le quali troppo lungo sarebbe il voler al presente arrecare.

Sagr. Vedendo che il Sig. Simplicio tace, piglierò io campo di dire alcuna cosa. Già che assai apertamente avete dimostrato, come non è altrimenti vero che mobili disegualmente gravi si muovano nel medesimo mezzo con velocità proporzionate alle gravità loro, ma con eguale, intendendo de i gravi dell'istessa materia o vero dell'istessa gravità in specie, ma non già (come credo) di gravità differenti in specie (perché non penso che voi intendiate di concluderci ch'una palla di sughero si muova con pari velocità ch'una di piombo); ed avendo, di più, dimostrato molto chiaramente, come non è vero che 'l medesimo mobile in mezzi di diverse resistenze ritenga nella velocità e tardità sue la medesima proporzione che le resistenze; a me sarebbe cosa gratissima il sentire, quali siano le proporzioni che nell'un caso e nell'altro vengono osservate.

Salv. I quesiti son belli, ed io ci ho molte volte pensato: vi dirò il discorso fattoci attorno, e quello che ne ho in ultimo ritratto. Dopo essermi certificato, non esser vero che il medesimo mobile in mezzi di diversa resistenza osservi nella velocità la proporzione delle cedenze di essi mezzi; né meno che nel medesimo mezzo mobili di diversa gravità ritengano nelle velocità loro la proporzione di esse gravità (intendendo anco delle gravità diverse in specie); cominciai a comporre insieme amendue questi accidenti, avvertendo quello che accadesse de i mobili differenti di gravità posti in mezzi di diverse resistenze: e m'accorsi, le disegualità delle velocità trovarsi tuttavia maggiori ne i mezzi più resistenti che ne i più cedenti, e ciò con diversità tali, che di

due mobili che scendendo per aria pochissimo differiranno in velocità di moto, nell'acqua l'uno si moverà dieci volte più veloce dell'altro; anzi che tale che nell'aria velocemente descende, nell'acqua non solo non scenderà, ma resterà del tutto privo di moto, e, quel che è più, si moverà all'in su: perché si potrà tal volta trovare qualche sorte di legno, o qualche nodo o radica di quello, che nell'acqua potrà stare, in quiete, che nell'aria velocemente descenderà.

Sagr. Io più volte mi son messo con una estrema flemma per veder di ridurre una palla di cera, che per se stessa non va a fondo, con l'aggiugnerli grani di rena, a segno tale di gravità simile all'acqua, che nel mezzo di quella si fermasse; né mai, per diligenza usata, mi successe il poterlo conseguire: onde non so se altra materia solida si ritrovi tanto naturalmente simile in gravità all'acqua, che, posta in essa, in ogni luogo potesse fermarsi.

Salv. Sono in questo, come in mille altre operazioni, assai più diligenti molti animali, che non siamo noi altri. E nel vostro caso i pesci vi arebber potuto porger qualche documento, essendo in questo esercizio così dotti, che ad arbitrio loro si equilibrano non solo con un'acqua, ma con differenti notabilmente o per propria natura o per una sopravvenente torbida o per salsedine, che fa differenza assai grande; si equilibrano, dico, tanto esattamente, che senza punto muoversi restano in quiete in ogni luogo; e ciò, per mio credere, fanno eglino servendosi dello strumento datogli dalla natura a cotal fine, cioè di quella vescichetta che hanno in corpo, la quale per uno assai angusto meato risponde alla lor bocca, e per quello a posta loro o mandano fuori parte dell'aria che in dette vesciche si contiene, o, venendo col nuoto a galla, altra ne attraggono, rendendosi con tale arte or più or meno gravi dell'acqua, ed a lor beneplacito equilibrandosegli.

Sagr. Io con un altro artifizio ingannai alcuni amici, appresso i quali mi ero vantato di ridurre quella palla di cera al giusto equilibrio con l'acqua; ed avendo messo nel fondo del vaso una parte di acqua salata, e sopra quella dolce, mostrai loro la palla che a mezz'acqua si fermava,

e spinta nel fondo o sospinta ad alto né in questo né in quel sito restava, ma ritornava nel mezzo.

Salv. Non è cotesta esperienza priva di utilità: perché trattandosi da i medici in particolare delle diverse qualità di acque, e tra l'altre principalmente della leggerezza o gravità più di questa che di quella, con una simil palla, aggiustata sì che resti ambigua, per così dire, tra lo scendere e 'l salire in un'acqua, per minima che sia la differenza di peso tra due acque, se, in una, tal palla scenderà, nell'altra, che sia più grave, salirà; ed è talmente esatta cotale esperienza, che la giunta di due grani di sale solamente, che si mettino in sei libbre d'acqua, farà risalire dal fondo alla superficie quella palla che vi era pur allora scesa. E più vi voglio dire, in confermazione dell'esattezza di questa esperienza ed insieme per chiara prova della nulla resistenza dell'acqua all'esser divisa, che non solamente l'ingravirla, con la mistione di qualche materia più grave di lei, induce tanto notabil differenza, ma il riscaldarla o raffreddarla un poco produce il medesimo effetto, e con sì sottile operazione, che l'infonder quattro gocciole d'altra acqua un poco più calda o un poco più fredda delle sei libbre, farà che la palla vi scenda o vi sormonti: vi scenderà infondendovi la calda, e monterà per l'infusione della fredda [27]. Or vedete quanto s'ingannino quei filosofi che voglion metter nell'acqua viscosità o altra congiunzione di parti, che la facciano resistente alla divisione e penetrazione.

Sagr. Veddi molto concludenti discorsi intorno a questo argomento in un trattato del nostro Accademico: tuttavia mi resta un gagliardo scrupolo, il quale non so rimuovere; perché se nulla di tenacità e coerenza risiede tra le parti dell'acqua, come possono sostenersi assai grandi pezzi e molto rilevati, in particolare sopra le foglie de i cavoli, senza spargersi e spianarsi?

[27] Su questi esperimenti, cui si può ritrovare una precedente esposizione in un frammento relativo al *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua*, cfr. vol. I, pp. 470 segg.; in questo trattato Galilei si diffuse ampiamente sul problema delle cause che regolano il galleggiamento e l'affondamento dei corpi.

Salv. Ancor che vero sia che colui che ha dalla sua la conclusione vera, possa risolvere tutte l'instanze che vengono opposte in contrario [28], non però mi arrogherei io il poter ciò fare; né la mia impotenza deve denigrare la candidezza della verità. Io, primieramente, vi confesso che non so come vadia il negozio del sostenersi quei globi d'acqua assai rilevati e grandi, se bene io so di certo che da tenacità interna, che sia tra le sue parti, ciò non deriva; onde resta necessario che la cagione di cotal effetto risegga fuori [29]. Che ella non sia interna, oltre all'esperienze mostrate ve lo posso confermare con un'altra efficacissima. Se le parti di quell'acqua che, rilevata, si sostiene mentre è circondata dall'aria, avessero cagione interna per ciò fare, molto più si sosterrebbono circondate che fussero da un mezzo nel quale avessero minor propensione di descendere che nell'aria ambiente non hanno: ma un mezzo tale sarebbe ogni fluido più grave dell'aria, come, v. g., il vino; e però infondendo intorno a quel globo d'acqua del vino, se gli potrebbe alzare intorno intorno, senza che le parti dell'acqua, conglutinate dall'interna viscosità, si dissolvessero: ma ciò non accad'egli; anzi non prima se gli accosterà il liquore sparsogli intorno, che, senza aspettar che molto se gli elevi intorno, si dissolverà e spianerà, restandogli di sotto, se sarà vino rosso: è dunque esterna, e forse dell'aria ambiente, la cagione di tale effetto. E veramente si osserva una gran dissensione tra l'aria e l'acqua, la quale ho io in un'altra esperienza osservata; e questa è, che s'io empio d'acqua una palla di cristallo, che abbia un foro angusto quant'è la grossezza d'un fil di paglia, e così piena la volto con la bocca all'in giù, non però l'acqua, benché gravissima e pronta a

[28] Per questa dichiarazione di fiduciosa sicurezza nella forza della ragione, costante atteggiamento della mentalità galileiana, si veda la lettera a Cristina di Lorena vol. I, pp. 586-87 e il *Saggiatore*, vol. I, p. 712.

[29] Su questa interpretazione del fenomeno della sfericità delle gocce d'acqua si può vedere il *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua* (vol. I, pp. 475 segg.) in cui Galilei sembra avvertire la presenza di una tensione superficiale dei corpi, ciò che stimolò alcuni suoi allievi ad approfondire queste ricerche; si può ricordare fra gli altri Niccolò Aggiunti e il Borelli.

scender per aria, e l'aria, altrettanto disposta a salire, come leggerissima, per l'acqua, si accordano, quella a scendere uscendo per il foro, e questa a salire entrandovi, ma restano amendue ritrose e contumaci; all'incontro poi, se io presenterò a quel foro un vaso con del vino rosso, che quasi insensibilmente è men grave dell'acqua, lo vedremo subito con tratti rosseggianti lentamente ascendere per mezzo l'acqua, e l'acqua con pari tardità scender per il vino, senza punto mescolarsi, sin che finalmente la palla si empirà tutta di vino e l'acqua calerà tutta nel fondo del vaso di sotto. Or che si deve qui dire o che argumentarne, fuor che una disconvenienza tra l'acqua e l'aria, occulta a me, ma forse...

Simp. Mi vien quasi da ridere nel veder la grande antipatia che ha il Sig. Salviati con l'antipatia, che né pur vuol nominarla; e pur è tanto accommodata a scior la difficoltà.

Salv. Or sia questa, in grazia del Sig. Simplicio, la soluzione del nostro dubbio: e lasciato il digredire, torniamo al nostro proposito. Veduto come la differenza di velocità, ne i mobili di gravità diverse, si trova esser sommamente maggiore ne i mezzi più e più resistenti; ma che più? nel mezzo dell'argento vivo l'oro non solamente va in fondo più velocemente del piombo, ma esso solo vi descende, e gli altri metalli e pietre tutti vi si muovono in su e vi galleggiano, dove che tra palle d'oro, di piombo, di rame, di porfido, o di altre materie gravi, quasi del tutto insensibile sarà la disegualità del moto per aria, chè sicuramente una palla d'oro nel fine della scesa di cento braccia non preverrà una di rame di quattro dita; veduto, dico, questo, cascai in opinione che se si levasse totalmente la resistenza del mezzo, tutte le materie descenderebbero con eguali velocità.

Simp. Gran detto è questo, Sig. Salviati. Io non crederò mai che nell'istesso vacuo, se pur vi si desse il moto, un fiocco di lana si movesse così veloce come un pezzo di piombo.

Salv. Pian piano, Sig. Simplicio: la vostra difficoltà non è tanto recondita, né io così inavveduto, che si debba credere che non mi sia sovvenuta, e che in consequenza io non vi abbia trovato ripiego. Però, per mia dichiarazione e vostra intelligenza, sentite il mio discorso. Noi siamo su 'l

volere investigare quello che accaderebbe a i mobili differentissimi di peso in un mezzo dove la resistenza sua fusse nulla, sì che tutta la differenza di velocità, che tra essi mobili si ritrovasse, referir si dovesse alla sola disuguaglianza di peso; e perché solo uno spazio del tutto voto d'aria e di ogni altro corpo, ancor che tenue e cedente, sarebbe atto a sensatamente mostrarci quello che ricerchiamo, già che manchiamo di cotale spazio, andremo osservando ciò che accaggia ne i mezzi più sottili e meno resistenti, in comparazione di quello che si vede accadere ne gli altri manco sottili e più resistenti: ché se noi troveremo, in fatto, i mobili differenti di gravità meno e meno differir di velocità secondo che in mezzi più e più cedenti si troveranno e che finalmente, ancor che estremamente diseguali di peso, nel mezzo più d'ogni altro tenue, se ben non voto, piccolissima si scorga e quasi inosservabile la diversità della velocità, parmi che ben potremo con molto probabil coniettura credere che nel vacuo sarebbero le velocità loro del tutto eguali [30]. Per tanto consideriamo ciò che accade nell'aria: dove, per aver una figura di superficie ben terminata e di materia leggierissima, voglio che pigliamo una vescica gonfiata, nella quale l'aria che vi sarà dentro peserà, nel mezzo dell'aria stessa, niente o poco, perché poco vi si potrà comprimere; talché la gravità è solo quella poca della stessa pellicola, che non sarebbe la millesima parte del peso d'una mole di piombo grande quanto la medesima vescica gonfiata. Queste, Sig. Simplicio, lasciate dall'altezza di quattro o sei

[30] Respinta la teoria aristotelica della relazione tra velocità del mobile e densità del mezzo, e accostatosi al principio archimedeo del peso specifico, Galilei può dirsi in condizione di determinare la velocità dei corpi nel vuoto: il vuoto è qui assimilato al mezzo che non opponga assolutamente resistenza onde la velocità di caduta dei corpi di diverso peso ed anche eterogenei risulta del tutto eguale. A questo motivo possono ricondursi tutte le varie esperienze sul moto naturale, a cominciare da quelle contenute nelle *Mecaniche* sui piani inclinati, tendenti a mettere in evidenza che la velocità è regolata da un rapporto tra tempo e spazio, con particolare rilievo alle altezze di caduta più che al peso del corpo. In questo senso, d'altro canto, lo sollecitava la varia e talvolta erronea attività dei meccanici a lui precedenti.

braccia, di quanto spazio stimereste che 'l piombo fusse per anticipare la vescica nella sua scesa? siate sicuro che non l'anticiperebbe del triplo, né anco del doppio, se ben già l'aresti fatto mille volte più veloce.

Simp. Potrebbe esser che nel principio del moto, cioè nelle prime quattro o sei braccia, accadesse cotesto che dite: ma nel progresso ed in una lunga continuazione, credo che 'l piombo se la lascerebbe indietro non solamente delle dodici parti dello spazio le sei, ma anco le otto e le dieci.

Salv. Ed io ancora credo l'istesso, e non dubito che in distanze grandissime potesse il piombo aver passato cento miglia di spazio, prima che la vescica ne avesse passato un solo: ma questo, Sig. Simplicio mio, che voi proponete come effetto contrariante alla mia proposizione, è quello che massimamente la conferma. È (torno a dire) l'intento mio dichiarare, come delle diverse velocità di mobili di differente gravità non ne sia altramente causa la diversa gravità, ma che ciò dependa da accidenti esteriori ed in particolare dalla resistenza del mezzo, sì che, tolta questa, tutti i mobili si moverebber con i medesimi gradi di velocità: e questo deduco io principalmente da quello che ora voi stesso ammettete e che è verissimo, cioè che di mobili differentissimi di peso le velocità più e più differiscono secondo che maggiori e maggiori sono gli spazii che essi van trapassando; effetto che non seguirebbe quando ei dependesse dalle differenti gravità. Imperò che, essendo esse sempre le medesime, medesima dovrebbe mantenersi sempre la proporzione tra gli spazii passati, la qual proporzione noi veggiamo andar, nella continuazion del moto, sempre crescendo; poiché l'un mobile gravissimo nella scesa d'un braccio non anticiperà il leggierissimo della decima parte di tale spazio, ma nella caduta di dodici braccia lo preverrà della terza parte, in quella di cento l'anticiperà di $^{90}/_{100}$, etc.

Simp. Tutto bene: ma, seguitando le vostre vestigie, se la differenza di peso in mobili di diversa gravità non può cagionare la mutazion di proporzione nelle velocità loro, atteso che le gravità non si mutano, né anco il mezzo, che

sempre si suppone mantenersi l'istesso, potrà cagionar alterazion alcuna nella proporzione delle velocità.

Salv. Voi acutamente fate instanza contro al mio detto, la quale è ben necessario di risolvere. Dico per tanto che un corpo grave ha da natura intrinseco principio di muoversi verso 'l comun centro de i gravi, cioè del nostro globo terrestre, con movimento continuamente accelerato, ed accelerato sempre egualmente, cioè che in tempi eguali si fanno aggiunte eguali di nuovi momenti e gradi di velocità. E questo si deve intender verificarsi tutta volta che si rimovessero tutti gl'impedimenti accidentarii ed esterni, tra i quali uno ve ne ha che noi rimuover non possiamo, che è l'impedimento del mezzo pieno, mentre dal mobile cadente deve esser aperto e lateralmente mosso: al qual moto trasversale il mezzo, benché fluido cedente e quieto, si oppone con resistenza or minore ed or maggiore, secondo che lentamente o velocemente ei deve aprirsi per dar il transito al mobile; il quale, perché, come ho detto, si va per sua natura continuamente accelerando, vien per consequenza ad incontrar continuamente resistenza maggiore nel mezzo, e però ritardamento e diminuzione nell'acquisto di nuovi gradi di velocità, sì che finalmente la velocità perviene a tal segno, e la resistenza del mezzo a tal grandezza, che, bilanciandosi fra loro, levano il più accelerarsi, e riducono il mobile in un moto equabile ed uniforme, nel quale egli continua poi di mantenersi sempre. È dunque, nel mezzo, accrescimento di resistenza, non perché si muti la sua essenza, ma perché si altera la velocità con la quale ei deve aprirsi e lateralmente muoversi per cedere il passaggio al cadente, il quale va successivamente accelerandosi. Ora il vedere che la resistenza dell'aria al poco momento della vescica è grandissima, ed al gran peso del piombo è piccolissima, mi fa tener per fermo che chi la rimovesse del tutto, con l'arrecare alla vescica grandissimo commodo, ma ben poco al piombo, le velocità loro si pareggerebbero. Posto dunque questo principio, che nel mezzo dove, o per esser vacuo o per altro, non fusse resistenza veruna che ostasse alla velocità del moto, sì che di tutti i mobili le velocità fusser pari;

potremo assai congruamente assegnar le proporzioni delle velocità di mobili simili e dissimili nell'istesso ed in diversi mezzi pieni, e però resistenti: e ciò conseguiremo col por mente quanto la gravità del mezzo detrae alla gravità del mobile, la qual gravità è lo strumento col quale il mobile si fa strada, rispingendo le parti del mezzo alle bande, operazione che non accade nel mezzo vacuo, e che però differenza nissuna si ha da attendere dalla diversa gravità; e perché è manifesto, il mezzo detrarre alla gravità del corpo da lui contenuto quant'è il peso d'altrettanta della sua materia, scemando con tal proporzione la velocità de i mobili, che nel mezzo non resistente sarebbero (come si è supposto) eguali, aremo l'intento. Come, per esempio, posto che il piombo sia dieci mila volte più grave dell'aria, ma l'ebano mille volte solamente; delle velocità di queste due materie, che, assolutamente prese, cioè rimossa ogni resistenza, sarebbero eguali, l'aria al piombo detrae delli dieci mila gradi uno, ma all'ebano suttrae de' mille gradi uno, o vogliam dire dei dieci mila dieci: quando dunque il piombo e l'ebano scenderanno per aria da qualsivoglia altezza, la quale, rimosso 'l ritardamento dell'aria, avrebbon passata nell'istesso tempo, l'aria alla velocità del piombo detrarrà de i dieci mila gradi uno; ma all'ebano detrae de i decimila dieci; che è quanto a dire, che divisa quella altezza, dalla quale si partono tali mobili, in dieci mila parti, il piombo arriverà in terra restando in dietro l'ebano dieci, anzi pur nove, delle dette dieci mila parti. E che altro è questo, salvo che, cadendo una palla di piombo da una torre alta dugento braccia, trovar che ella anticiperà una d'ebano di manco di quattro dita? Pesa l'ebano mille volte più dell'aria; ma quella vescica così gonfia pesa solamente quattro volte tanto: l'aria, dunque, dalla intrinseca e naturale velocità dell'ebano detrae de' mille gradi uno; ma a quella che pur della vescica assolutamente sarebbe stata l'istessa, l'aria ne toglie delle quattro parti una: allora dunque che la palla d'ebano, cadendo dalla torre, giugnerà in terra, la vescica ne averà passati i tre quarti solamente. Il piombo è più grave dell'acqua dodici volte, ma l'avorio il doppio solamente; l'acqua,

dunque, alle assolute velocità loro, che sarebbero eguali, toglie al piombo la duodecima parte, ma all'avorio la metà: nell'acqua adunque, quando il piombo arà sceso undici braccia, l'avorio ne arà scese sei. E discorrendo con tal regola, credo che troveremo, l'esperienze molto più aggiustatamente risponder a cotal computo che a quello d'Aristotele. Con simil progresso troveremo la proporzione tra le velocità del medesimo mobile in diversi mezzi fluidi, paragonando non le diverse resistenze de i mezzi, ma considerando gli eccessi di gravità del mobile sopra le gravità de i mezzi: v. g., lo stagno è mille volte più grave dell'aria, e dieci più dell'acqua; adunque, divisa la velocità assoluta dello stagno in mille gradi, nell'aria, che glie ne detrae la millesima parte, si moverà con gradi novecento novanta nove, ma nell'acqua con novecento solamente, essendo che l'acqua gli detrae solo la decima parte della sua gravità, e l'aria la millesima. Posto un solido poco più grave dell'acqua, qual sarebbe, v. g., il legno di rovere, una palla del quale pesando, diremo, mille dramme, altrettanta acqua ne pesasse novecencinquanta, ma tanta aria ne pesasse due, è manifesto, che posto che la velocità sua assoluta fusse di mille gradi, in aria resterebbe di novecennovant'otto, ma in acqua solamente cinquanta, atteso che l'acqua de i mille gradi di gravità glie ne toglie novencinquanta, e glie ne lascia solamente cinquanta: tal solido dunque si muoverebbe quasi venti volte più velocemente in aria che in acqua, sì come l'eccesso della gravità sua sopra quella dell'acqua è la vigesima parte della sua propria. E qui voglio che consideriamo, che non potendo muoversi in giù nell'acqua se non materie più gravi in spezie di lei, e, per consequenza, per molte centinaia di volte più gravi dell'aria, nel ricercare qual sia la proporzione delle velocità loro in aria e in acqua, possiamo senza notabile errore far conto che l'aria non detragga cosa di momento dalla assoluta gravità, ed in consequenza dall'assoluta velocità, di tali materie; onde, speditamente trovato l'eccesso della gravità loro sopra la gravità dell'acqua, diremo, la velocità loro per aria alla velocità loro per acqua aver la medesima proporzione che la loro

totale gravità all'eccesso di questa sopra la gravità dell'acqua. Per esempio, una palla d'avorio pesa venti once, altrettanta acqua pesa once diciasette; adunque la velocità dell'avorio in aria alla sua velocità in acqua è, prossimamente, come venti a tre [31].

Sagr. Grandissimo acquisto ho fatto in una materia per se stessa curiosa e nella quale, ma senza profitto, ho molte volte affaticata la mente; né mancherebbe altro, per poter anche praticare queste specolazioni, se non il trovar modo di poter venire in cognizione di quanta sia la gravità dell'aria rispetto all'acqua, ed in consequenza all'altre materie gravi.

Simp. Ma quando si trovasse che l'aria, in vece di gravità, avesse leggerezza [32], che si dovrebbe dire de gli auti discorsi, per altro molto ingegnosi?

Salv. Converrebbe dire che fussero stati veramente aerei, leggieri e vani. Ma vorrete voi dubitare se l'aria sia grave, mentre avete il testo chiaro d'Aristotele che l'afferma, dicendo che tutti gli elementi, eccetto il fuoco, hanno gravità, anco l'aria stessa? segno di che (soggiugne egli) ne è che l'otro gonfiato pesa più che sgonfiato.

Simp. Che l'otro o pallone gonfiato pesi più, crederei io che procedesse non da gravità che sia nell'aria, ma ne i molti vapori grossi tra essa mescolati in queste nostre regioni basse; mercé de i quali direi io che cresce la gravità dell'otro.

[31] Sulla velocità di discesa dei corpi di diversa natura nell'acqua, si veda *La Bilancetta*, dove il richiamo alle esperienze di Archimede è diretto ed esplicito (cfr. vol. I, pp. 53 segg.).

[32] Aristotele aveva distinto in modo assoluto i corpi pesanti da quelli leggeri in relazione all'elemento di cui erano in prevalenza composti e aveva ricevuto da tutta la tradizione filosofica la definizione dell'aria come corpo leggero e in quanto tale tendente verso l'alto. Galilei invece, dopo aver raggiunto la prova effettiva dell'invalidità della fisica aristotelica attraverso le esperienze sul moto e le scoperte astronomiche, aveva, proprio negli anni 1611-1612, condotto esperienze tendenti sia a dimostrare sperimentalmente la pesantezza dell'aria (cfr. vol. I, p. 906, n. 1) sia a provare il peso stesso dell'aria in relazione all'acqua, come indica la lettera al Baliani del 1614 (cfr. vol. 1, p. 916, n. 9), esperienze che sasanno qui riprese a p. 652.

Salv. Non vorrei che lo diceste voi, e molto meno che lo faceste dire ad Aristotele; perché, parlando egli de gli elementi e volendomi persuadere che l'elemento dell'aria è grave, facendomelo veder con l'esperienza, se nel venire alla prova ei mi dicesse: « Piglia un otro e empilo di vapori grossi, ed osserva che il suo peso crescerà », io gli direi che più ancora peserebbe chi l'empiesse di semola; ma soggiugnerei dopo, che tali esperienze provano che le semole ed i vapori grossi son gravi, ma quanto all'elemento dell'aria resterei nel medesimo dubbio di prima. L'esperienza, dunque, di Aristotele è buona, e la proposizion vera. Ma non direi già così di cert'altra ragione, presa pure *a signo*, di un tal filosofo del quale non mi sovviene il nome, ma so che l'ho letta, il quale argomenta, l'aria esser più grave che leggiera, perché più facilmente porta i gravi all'in giù che i leggieri all'in su.

Sagr. Bene, per mia fé. Adunque, per questa ragione, l'aria sarà molto più grave dell'acqua, avvenga che tutti i gravi son portati più facilmente in giù per aria che per acqua, e tutti i leggieri più agevolmente in questa che in quella; anzi infiniti gravi scendono per l'aria, che nell'acqua ascendono, ed infinite materie salgono per acqua, che per aria calano a basso. Ma sia la gravità dell'otro, Sig. Simplicio, o per i vapori grossi o per l'aria pura, questo niente osta al proposito nostro, che cerchiamo quel che accade a mobili che si muovono in questa nostra regione vaporosa. Però, ritornando a quello che più mi preme, vorrei, per intera ed assoluta instruzzione della presente materia, non solo restare assicurato che l'aria sia (come io tengo per fermo) grave, ma vorrei, se è possibile, saper quanta sia la sua gravità. Però, Sig. Salviati, se avete da sodisfarmi in questo ancora, vi prego a farmene favore.

Salv. Che nell'aria risegga gravità positiva, e non altrimente, come alcuni hanno creduto, leggerezza, la quale forse in veruna materia non si ritrova, assai concludente argomento ce ne porge l'esperienza del pallone gonfiato, posta da Aristotele; perché se qualità di assoluta e positiva leggerezza fusse nell'aria, multiplicata e compressa l'aria,

crescerebbe la leggerezza, e 'n consequenza la propensione di andare in su: ma l'esperienza mostra l'opposito. Quanto all'altra domanda, che è del modo d'investigare la sua gravità, io l'ho praticato in cotal maniera. Ho preso un fiasco di vetro assai capace e col collo strozzato, al quale ho applicato un ditale di cuoio, legato bene stretto nella strozzatura del fiasco, avendo in capo al detto ditale inserta e saldamente fermata un'animella da pallone, per la quale con uno schizzatoio ho per forza fatto passar nel fiasco molta quantità d'aria; della quale, perché patisce d'esser assaissimo condensata, se ne può cacciare due e tre altri fiaschi oltre a quella che naturalmente vi capisce. In una esattissima bilancia ho poi pesato molto precisamente tal fiasco con l'aria dentrovi compressa, aggiustando il peso con minuta arena. Aperta poi l'animella e dato l'esito all'aria, violentemente nel vaso contenuta, e rimessolo in bilancia, trovandolo notabilmente alleggerito, sono andato detraendo dal contrappeso tant'arena, salvandola da parte, che la bilancia resti in equilibrio col residuo contrappeso, cioè col fiasco: e qui non è dubbio che 'l peso della rena salvata è quello dell'aria che forzatamente fu messa nel fiasco e che ultimamente n'è uscita. Ma tale esperienza sin qui non mi assicura d'altro, se non che l'aria contenuta violentemente nel vaso pesò quanto la salvata arena; ma quanto resolutamente e determinatamente pesi l'aria rispetto all'acqua o ad altra materia grave, non per ancora so io, né posso sapere, se io non misuro la quantità di quell'aria compressa: ed a questa investigazione bisogna trovar regola, nella quale ho trovato di potere in due maniere procedere. L'una delle quali è di pigliar un altro simil fiasco, pur, come 'l primo, strozzato, alla strozzatura del quale sia strettamente legato un altro ditale, che dall'altra sua testa abbracci l'animella dell'altro, e intorno a quella con saldissimo nodo sia legato. Questo secondo fiasco convien che nel fondo sia forato, in modo che per tal foro si possa mettere uno stile di ferro, con il quale si possa, quando vorremo, aprir la detta animella per dar l'esito alla soverchia aria dell'altro vaso, pesata ch'ella sia: ma deve questo secondo fiasco esser pieno

d'acqua. Apparecchiato il tutto nella maniera detta ed aprendo con lo stile l'animella, l'aria, uscendo con impeto e passando nel vaso dell'acqua, la caccerà fuora per il foro del fondo; ed è manifesto, la quantità dell'acqua che in tal guisa verrà cacciata, essere eguale alla mole e quantità d'aria che dall'altro vaso sarà uscita. Salvata dunque tale acqua, e tornato a pesare il vaso alleggerito dell'aria compressa (il quale suppongo che fusse pesato anche prima, con detta aria sforzata), e detratto, al modo già dichiarato, l'arena superflua, è manifesto, questa essere il giusto peso di tanta aria in mole, quanta è la mole dell'acqua scacciata e salvata; la quale peseremo, e vedremo quante volte il peso suo conterrà il peso della serbata arena, e senza errore potremo affermar, tante volte esser più grave l'acqua dell'aria: la quale non sarà dieci volte altrimenti, come par che stimasse Aristotele, ma ben circa quattrocento, come tale esperienza ne mostra. L'altro modo è più speditivo, e puossi fare con un vaso solo, cioè col primo, accomodato nel modo detto; nel quale non voglio che mettiamo altra aria oltre a quella che naturalmente vi si ritrova, ma voglio che vi cacciamo dell'acqua senza lasciare uscir punto di aria, la quale, dovendo cedere alla sopravvenente acqua, è forza che si comprima. Spintavi dunque più acqua che sia possibile, che pure senza molta violenza vi se ne potrà mettere i tre quarti della tenuta del fiasco, mettasi su la bilancia, e diligentissimamente si pesi; il che fatto, tenendo il vaso col collo in su, si apra l'animella, dando l'uscita all'aria, della quale ne scapperà fuora giustamente quanta è l'acqua contenuta nel fiasco. Uscita che sia l'aria, si torni a metter il vaso in bilancia, il quale per la partita dell'aria si troverà alleggerito; e detratto dal contrappeso il peso superfluo, da esso aremo la gravità di tant'aria quanta è l'acqua del fiasco.

Simp. Gli artifizii ritrovati da voi non si può dire che non siano sottili e molto ingegnosi: ma mentre mi pare che in apparenza diano intera sodisfazzione all'intelletto, mi metton per un altro verso in confusione. Imperò che, essendo indubitabilmente vero che gli elementi nelle proprie regioni non sono né leggieri né gravi, non posso intender come e

dove quella porzione d'aria che parve pesasse, v. g., quattro dramme di rena, debba poi realmente aver tale gravità nell'aria, nella quale ben la ritiene la rena che la contrappesò; e però mi pare che l'esperienza dovesse esser praticata non nell'elemento dell'aria, ma in un mezzo dove l'aria stessa potesse esercitare il suo talento del peso, se ella veramente ne possiede.

Salv. Acuta certo è l'opposizione del Sig. Simplicio, e però è necessario o che ella sia insolubile o che la soluzione sia non men sottile. Che quell'aria la quale, compressa, mostrò pesare quanto quella rena, posta in libertà nel suo elemento non sia più per pesare, ma sì ben la rena, è cosa chiarissima: e però per far tale esperienza conveniva eleggere un luogo e un mezzo, dove l'aria, non men che la rena, potesse gravitare; perché, come più volte si è detto, il mezzo detrae dal peso d'ogni materia che vi s'immerge, tanto quant'è il peso d'altrettanta parte dell'istesso mezzo, quant'è la mole immersa, sì che l'aria all'aria leva tutta la gravità: l'operazione dunque, acciò fusse fatta esattamente, converrebbe farla nel vacuo, dove ogni grave eserciterebbe il suo momento senza diminuzione alcuna. Quando dunque, Sig. Simplicio, noi pesassimo una porzione d'aria nel vacuo, restereste allora sincerato e assicurato del fatto?

Simp. Veramente sì; ma questo è un desiderare o richieder l'impossibile.

Salv. E però grandissimo converrà che sia l'obbligo che mi dovrete, qual volta per amor vostro io effettui un impossibile. Ma io non voglio vendervi quel che già vi ho donato, perché di già nell'addotta esperienza pesiamo noi l'aria nel vacuo, e non nell'aria o in altro mezzo pieno. Che alla mole, Sig. Simplicio, che nel mezzo fluido s'immerge, venga dall'istesso mezzo detratto della gravità, ciò proviene perché ci resiste all'esser aperto, discacciato e finalmente sollevato; segno di che ne dà la prontezza sua nel ricorrer subito a riempier lo spazio che l'immersa mole in lui occupava, qualunque volta essa ne parta: che quando di tale immersione ei nulla sentisse, niente opererebbe egli contro di quella. Ora ditemi: mentre voi avete in aria il fiasco di già pieno

della medesima aria naturalmente contenutavi, qual divisione, scacciamento, o in somma qual mutazione, riceve l'aria esterna ambiente dalla seconda aria che nuovamente s'infonde con forza nel vaso? Forse s'ingrandisce il fiasco, onde l'ambiente debba maggiormente ritirarsi per cedergli luogo? certo no: e però possiam dire che la seconda aria non si immerge nell'ambiente, non vi occupando ella spazio, ma è come se si mettesse nel vacuo; anzi pur vi si mette ella realmente, e si trapone ne i vacui non ben ripieni dalla prima aria non condensata. E veramente non so conoscere differenza nissuna tra due costituzioni d'ambito ed ambiente, mentre in questa l'ambiente niente preme l'ambito, ed in quella l'ambito punto non spinge contr'all'ambiente: e tali sono la locazione di qualche materia nel vacuo e la seconda aria compressa nel fiasco. Il peso, dunque, che si trova in tal aria condensata, è quello che ella arebbe liberamente sparsa nel vacuo. Ben è vero che 'l peso della rena che la contrappesò, come quella che era nell'aria libera, nel vacuo sarebbe stato un poco più del giusto; e però convien dire che l'aria pesata sia veramente alquanto men grave della rena che la contrappesò, cioè tanto quanto peserebbe altrettanta aria nel vacuo [33].

Simp. Pur mi pareva che nell'addotte esperienze vi fusse qualche cosa da desiderare; ma ora mi quieto interamente.

Salv. Le cose da me sin qui prodotte, ed in particolare questa, che la differenza di gravità, ben che grandissima, non abbia parte veruna nel diversificare le velocità de i mobili, sì che, per quanto da quella depende, tutti si moverebbero con egual celerità, è tanto nuova e, nella prima apprensione, remota dal verisimile, che quando non si avesse modo di dilucidarla e renderla più chiara che 'l Sole, meglio sarebbe il tacerla che 'l pronunziarla; però, già che me la sono lasciata scappar di bocca, convien ch'io non lasci indietro esperienza o ragione che possa corroborarla.

[33] In una nota in margine ad un esemplare dei *Discorsi*, Galilei espose un procedimento per la misurazione del peso dell'aria che richiama quello indicato nella lettera al Baliani del 1614.

Sagr. Non questa sola, ma molte altre insieme delle vostre proposizioni son così remote dalle opinioni e dottrine communemente ricevute, che spargendosi in publico vi conciterebber numero grande di contradittori, essendo che l'innata condizione de gli uomini non vede con buon occhio che altri nel loro esercizio scuopra verità o falsità non scoperte da loro; e col dar titolo di innovatori di dottrine, poco grato a gli orecchi di molti, s'ingegnano di tagliar quei nodi che non possono sciorre, e con mine sotterranee dissipar quelli edifizii che sono stati, con gli strumenti consueti, da pazienti artefici costrutti. Ma con esso noi, lontani da simili pretensioni, l'esperienze e le ragioni sin qui addotte bastano a quietarci: tuttavia, quando abbiate altre più palpabili esperienze e ragioni più efficaci, le sentiremo molto volentieri.

Salv. L'esperienza fatta con due mobili quanto più si possa differenti di peso, col fargli scendere da un'altezza per osservar se la velocità loro sia eguale, patisce qualche difficoltà [34]: imperò che se l'altezza sarà grande, il mezzo, che dall'impeto del cadente deve esser aperto e lateralmente spinto, di molto maggior pregiudizio sarà al piccol momento del mobile leggierissimo che alla violenza del gravissimo, per lo che per lungo spazio il leggiero rimarrà indietro; e nell'altezza piccola si potrebbe dubitare se veramente non vi fusse differenza, o pur se ve ne fusse, ma inosservabile. E però sono andato pensando di reiterar tante volte la scesa

[34] Racconta Vincenzo Viviani nel suo *Racconto istorico* che Galilei provò che « le velocità dei mobili dell'istessa materia, disegualmente gravi, movendosi per un istesso mezzo, non conservano altrimenti la proporzione delle gravità loro, assegnatagli da Aristotele, anzi che si muovon tutti con pari velocità, dimostrando ciò con replicate esperienze fatte dall'altezza del campanile di Pisa, con l'intervento delli altri lettori e filosofi e di tutta la scolaresca »; ma quanto qui osserva circa le difficoltà di una precisa misurazione della velocità rendono per lo meno dubbio il racconto del Viviani. Che fosse difficile, se non del tutto impossibile procedere alla misurazione richiesta appare anche evidente dalle difficoltà incontrate da Galilei nel ritrovamento della legge sul moto uniformemente accelerato, come risulta dalla lettera al Sarpi (vol. I, pp. 862 segg.); cfr. pure *Dialogo sopra i due massimi sistemi*, p. 53.

da piccole altezze, ed accumulare insieme tante di quelle minime differenze di tempo, che potessero intercedere tra l'arrivo al termine del grave e l'arrivo del leggiero, che così congiunte facessero un tempo non solo osservabile, ma grandemente osservabile. In oltre, per potermi prevaler di moti quanto si possa tardi, ne i quali manco lavora la resistenza del mezzo in alterar l'effetto che depende dalla semplice gravità, sono andato pensando di fare scendere i mobili sopra un piano declive, non molto elevato sopra l'orizontale; ché sopra questo, non meno che nel perpendicolo, potrà scorgersi quello che facciano i gravi differenti di peso; e passando più avanti, ho anco voluto liberarmi da qualche impedimento che potesse nascer dal contatto di essi mobili su 'l detto piano declive: e finalmente ho preso due palle, una di piombo ed una di sughero, quella ben più di cento volte più grave di questa, e ciascheduna di loro ho attaccata a due sottili spaghetti eguali, lunghi quattro o cinque braccia, legati ad alto; allontanata poi l'una e l'altra palla dallo stato perpendicolare, gli ho dato l'andare nell'istesso momento, ed esse, scendendo per le circonferenze de' cerchi descritti da gli spaghi eguali, lor semidiametri, passate oltre al perpendicolo, son poi per le medesime strade ritornate indietro; e reiterando ben cento volte per lor medesime le andate e le tornate, hanno sensatamente mostrato, come la grave va talmente sotto il tempo della leggiera, che né in ben cento vibrazioni, né in mille, anticipa il tempo d'un minimo momento, ma camminano con passo egualissimo. Scorgesi anco l'operazione del mezzo, il quale, arrecando qualche impedimento al moto, assai più diminuisce le vibrazioni del sughero che quelle del piombo, ma non però che le renda più o men frequenti; anzi quando gli archi passati dal sughero non fusser più che di cinque o sei gradi, e quei del piombo di cinquanta o sessanta, son eglin passati sotto i medesimi tempi.

Simp. Se questo è, come dunque non sarà la velocità del piombo maggiore della velocità del sughero, facendo quello sessanta gradi di viaggio nel tempo che questo ne passa appena sei?

Salv. Ma che direste, Sig. Simplicio, quando amendue spedissero nell'istesso tempo i lor viaggi, mentre il sughero, allontanato dal perpendicolo trenta gradi, avesse a passar l'arco di sessanta, e 'l piombo, slargato dal medesimo punto di mezzo due soli gradi, scorresse l'arco di quattro? non sarebbe allora altrettanto più veloce il sughero? e pur l'esperienza mostra ciò avvenire. Però notate: slargato il pendolo del piombo, v. g., cinquanta gradi dal perpendicolo e di lì lasciato in libertà, scorre, e passando oltre al perpendicolo quasi altri cinquanta, descrive l'arco di quasi cento gradi e ritornando per se stesso indietro, descrive un altro poco minore arco, e continuando le sue vibrazioni, dopo gran numero di quelle si riduce finalmente alla quiete. Ciascheduna di tali vibrazioni si fa sotto tempi eguali, tanto quella di novanta gradi, quanto quella di cinquanta, di venti, di dieci e di quattro; sì che, in conseguenza, la velocità del mobile vien sempre languendo, poiché sotto tempi eguali va passando successivamente archi sempre minori e minori. Un simile, anzi l'istesso, effetto fa il sughero pendente da un filo altrettanto lungo, salvo che in minor numero di vibrazioni si conduce alla quiete, come meno atto, mediante la sua leggerezza, a superar l'ostacolo dell'aria: con tutto ciò tutte le vibrazioni, grandi e piccole, si fanno sotto tempi eguali tra di loro, ed eguali ancora a i tempi delle vibrazioni del piombo. Onde è vero che, se mentre il piombo passa un arco di cinquanta gradi, il sughero ne passa uno di dieci, il sughero allora è più tardo del piombo; ma accaderà ancora, all'incontro, che il sughero passi l'arco di cinquanta, quando il piombo passi quel di dieci o di sei: e così, in diversi tempi, or sarà più veloce il piombo ed ora il sughero. Ma se gli stessi mobili passeranno ancora, sotto i medesimi tempi eguali, archi eguali, ben sicuramente si potrà dire allora essere le velocità loro eguali.

Simp. Mi pare e non mi pare che questo discorso sia concludente, e mi sento nella mente una tal confusione, che mi nasce dal muoversi, e l'uno e l'altro mobile, or veloce or tardo ed or tardissimo, che non mi lascia ridurre

in chiaro come vero sia che le velocità loro sian sempre eguali.

Sagr. Concedami in grazia, Sig. Salviati, che io dica due parole. E ditemi, Sig. Simplicio, se voi ammettete che dir si possa con assoluta verità, le velocità del sughero e del piombo essere eguali ogni volta che, partendosi amendue nell'istesso momento dalla quiete e movendosi per le medesime inclinazioni, passassero sempre spazii eguali in tempi eguali?

Simp. In questo non si può dubitare, né se gli può contradire.

Sagr. Accade ora ne i pendoli, che ciaschedun di loro passi or sessanta gradi, or cinquanta, or trenta, or dieci, or otto, or quattro, or due, etc.; e quando amendue passano l'arco di sessanta gradi, lo passano nell'istesso tempo; nell'arco di cinquanta, metton l'istesso tempo l'uno che l'altro mobile; così nell'arco di trenta, di dieci, e ne gli altri: e però si conclude, che la velocità del piombo nell'arco di sessanta gradi è eguale alla velocità del sughero nell'arco medesimo di sessanta, e che le velocità nell'arco di cinquanta son pur tra loro eguali, e così ne gli altri. Ma non si dice già che la velocità che si esercita nell'arco di sessanta, sia eguale alla velocità che si esercita nell'arco di cinquanta, né questa a quella dell'arco di trenta, etc.; ma son sempre minori le velocità ne gli archi minori: il che si raccoglie dal veder noi sensatamente, il medesimo mobile metter tanto tempo nel passar l'arco grande de i sessanta gradi, quanto nel passare il minor di cinquanta o 'l minimo di dieci, ed in somma nell'esser passati tutti sempre sotto tempi eguali. È vero dunque che ben vanno, e 'l piombo e 'l sughero, ritardando il moto secondo la diminuzione de gli archi, ma non però alterano la concordia loro nel mantener l'egualità della velocità in tutti i medesimi archi da loro passati. Ho voluto dir questo più per sentire se ho ben capito il concetto del Sig. Salviati, che per bisogno ch'io credessi che avesse il Sig. Simplicio di più chiara esplicazione di quella del Sig. Salviati, che è, come in tutte le sue cose, lucidissima, e tale che, sciogliendo egli il più delle volte questioni non

solo in apparenza oscure, ma repugnanti alla natura ed al vero, con ragioni o osservazioni o esperienze tritissime e familiari ad ogn'uno, ha (come da diversi ho inteso) dato occasione a tal uno de i professori più stimati di far minor conto delle sue novità, tenendole come a vile, per dependere da troppo bassi e popolari fondamenti; quasi che la più ammirabile e più da stimarsi condizione delle scienze dimostrative non sia lo scaturire e pullulare da principii notissimi, intesi e conceduti da tutti. Ma seguitiamo pur noi d'andarci pascendo di questi cibi leggieri: e posto che il Sig. Simplicio sia restato appagato nell'intender ed ammettere come l'interna gravità de i diversi mobili non abbia parte alcuna nel diversificar le velocità loro, sì che tutti, per quanto da quella depende, si moverebber con l'istesse velocitadi, diteci, Sig. Salviati, in quello che voi riponete le sensate ed apparenti disegualità di moto, e rispondete a quell'instanza che oppone il Sig. Simplicio, e ch'io parimente confermo, dico del vedersi una palla d'artiglieria muoversi più velocemente d'una migliarola di piombo; ché poca sarà la differenza di velocità rispetto a quella che v'oppongo io, di mobili dell'istessa materia, de i quali alcuni de i maggiori scenderanno in meno d'una battuta di polso, in un mezzo, quello spazio che altri minori non lo passeranno in un'ora, né in quattro, né in venti; quali sono le pietre e la minuta rena, e massime quella sottilissima che intorbida l'acqua, nel qual mezzo in molte ore non scende per due braccia, che pietruzze, né molto più grandi, passano in una battuta di polso.

Salv. Quel che operi il mezzo nel ritardar più i mobili, secondo che tra di loro sono in spezie men gravi, già si è dichiarato, mostrando ciò accadere dalla suttrazione di peso: ma come il medesimo mezzo possa con sì gran differenza scemar la velocità ne i mobili differenti solo in grandezza, ancor che siano della medesima materia e dell'istessa figura, ricerca per sua dichiarazione discorso più sottile di quello che basta per intender come la figura del mobile più dilatata, o 'l moto del mezzo che sia fatto contro al mobile, ritarda la velocità di quello. Io del presente problema

riduco la cagione alla scabrosità e porosità, che comunemente, e per lo più necessariamente, si ritrova nelle superficie de i corpi solidi, le quali scabrosità nel moto di essi vanno urtando nell'aria o altro mezzo ambiente: di che segno evidente ce ne porge il sentir noi ronzar i corpi, ancor che quanto più si possa rotondati, mentre velocissimamente scorrono per l'aria; e non solo ronzare, ma sibilare e fischiar si sentono, se qualche più notabil cavità o prominenza sarà in essi. Vedesi anco nel girar sopra 'l torno ogni solido rotondo far un poco di vento. Ma che più? non sentiam noi notabil ronzìo, ed in tuono molto acuto, farsi dalla trottola, mentre per terra con somma celerità va girando? l'acutezza del qual sibilo si va ingravendo secondo che la velocità della vertigine va di grado in grado languendo: argomento parimente necessario de gl'intoppi nell'aria delle scabrosità, ben che minime, delle superficie loro. Queste non si può dubitare che, nello scendere i mobili, soffregandosi con l'ambiente fluido, apporteranno ritardamento alla velocità, e tanto maggiore quanto la superficie sarà più grande, quale è quella de i solidi minori paragonati a i maggiori.

Simp. Fermate, in grazia, perché qui comincio a confondermi. Imperò che, se bene io intendo ed ammetto che la confricazione del mezzo con la superficie del mobile ritardi il moto, e che più lo ritardi dove, *ceteris paribus*, la superficie sia maggiore, non capisco però con qual fondamento voi chiamiate maggiore la superficie de i solidi minori; ed oltre a ciò, se, come voi affermate, la maggior superficie deve arrecar maggior ritardamento, i solidi maggiori devriano esser più tardi, il che non è. Ma questa instanza facilmente si toglie con dire, che se bene il maggiore ha maggior superficie, ha anco maggior gravità, contro la quale l'impedimento della maggior superficie non ha a prevalere all'impedimento della superficie minore contro alla minor gravità, sì che la velocità del solido maggiore ne divenga minore. E però non veggo ragione per la quale si debba alterare l'egualità delle velocità, mentre che, quanto si diminuisce la gravità movente, altrettanto si diminuisce la facoltà della superficie ritardante.

Salv. Risolverò congiuntamente tutto quello che opponete. Per tanto voi, Sig. Simplicio, senza controversia ammettete, che quando di due mobili eguali, della stessa materia e simili di figura (i quali indubitabilmente si moverebber egualmente veloci), all'uno di loro si diminuisse tanto la gravità quanto la superficie (ritenendo però la similitudine della figura), non perciò si scemerebbe la velocità nel rimpiccolito.

Simp. Veramente parmi che così dovrebbe seguire, stando però nella vostra dottrina, che vuol che la maggiore o minor gravità non abbia azzione nell'accelerare o ritardar il moto.

Salv. E questo confermo io, e vi ammetto anco 'l vostro detto, dal qual mi par che in consequenza si ritragga, che quando la gravità si diminuisse più che la superficie, nel mobile in tal maniera diminuito si introdurrebbe qualche ritardamento di moto, e maggiore e maggiore quanto a proporzione maggior fusse la diminuzion del peso che la diminuzion della superficie.

Simp. In ciò non ho io repugnanza veruna.

Salv. Or sappiate, Sig. Simplicio, che non si può ne i solidi diminuir tanto la superficie quanto 'l peso, mantenendo la similitudine delle figure. Imperò che, essendo manifesto che nel diminuir un solido grave tanto scema il suo peso quanto la mole, ogni volta che la mole venisse sempre diminuita più che la superficie (nel conservarsi massime la similitudine di figura), la gravità ancora più che la superficie verrebbe diminuita. Ma la geometria c'insegna che molto maggior proporzione è tra la mole e la mole, ne i solidi simili, che tra le loro superficie: il che per vostra maggiore intelligenza vi esplicherò in qualche caso particolare. Però figuratevi, per esempio, un dado, un lato del quale sia, v. g., lungo due dita, sì che una delle sue faccie sarà quattro dita quadre, e tutte e sei, cioè tutta la sua superficie, venti quattro dita quadre; intendete poi, il medesimo dado esser con tre tagli segato in otto piccoli dadi: il lato di ciascun de' quali sarà un dito, e una sua faccia un dito quadro, e tutta la sua superficie sei dita quadre, delle quali

l'intero dado ne conteneva venti quattro in superficie. Or vedete come la superficie del piccol dado è la quarta parte della superficie del grande (che tanto è sei di venti quattro); ma l'istesso dado solido è solamente l'ottava; molto più dunque cala la mole, ed in consequenza il peso, che la superficie. E se voi suddividerete il piccol dado in altri otto, aremo per l'intera superficie di un di questi un dito e mezzo quadro, che è la sedicesima parte della superficie del primo dado; ma la sua mole è solamente la sessantaquattresima. Vedete per tanto come in queste sole due divisioni le moli scemano quattro volte più che le loro superficie; e se noi andremo seguitando la suddivisione sino che si riduca il primo solido in una minuta polvere, troveremo la gravità dei minimi atomi diminuita centinaia e centinaia di volte più che le loro superficie. E questo, che vi ho esemplificato ne i cubi, accade in tutti i solidi tra di loro simili, le moli de i quali sono in sesquialtera proporzione [35] delle lor superficie. Vedete dunque con quanto maggior proporzione cresce l'impedimento del contatto della superficie del mobile col mezzo ne i mobili piccoli che ne i maggiori; e se noi aggiugneremo che le scabrosità nelle superficie piccolissime delle polveri sottili non son forse minori di quelle delle superficie de i solidi maggiori che siano con diligenza puliti, guardate quanto bisognerà che 'l mezzo sia fluido e privo onninamente di resistenza all'esser aperto, per dover cedere il passo a così debil virtù. E in tanto notate, Sig. Simplicio, ch'io non equivocai quando poco fa dissi, la superficie de' solidi minori esser più grande in comparazione di quella de i maggiori.

Simp. Io resto interamente appagato: e mi credano certo che se io avessi a ricominciare i miei studii, vorrei seguire il consiglio di Platone e cominciarmi dalle matematiche, le quali veggo che procedono molto scrupolosamente, né vogliono ammetter per sicuro fuor che quello che concludentemente dimostrano.

[35] La proporzione sesquialtera indica il rapporto di 3 a 2.

Sagr. Ho auto gusto grande di questo discorso; ma prima che passiamo più avanti, arei caro di restar capace d'un termine che mi giunse nuovo, quando pur ora diceste che i solidi simili son tra di loro in sesquialtera proporzione delle lor superficie: perché ho ben veduto e inteso la proposizione, con la sua dimostrazione, nella quale si prova, la superficie de' solidi simili esser in duplicata proporzione de i lor lati, e l'altra che prova, i medesimi solidi esser in tripla proporzione de i medesimi lati; ma la proporzione de i solidi con le lor superficie non mi sovvien né anco di averla sentita nominare.

Salv. V. S. medesima da per sé si risponde, e dichiara il dubbio. Imperò che quello che è triplo d'una cosa, della quale un altro è doppio, non vien egli ad esser sesquialtero di questo doppio? certo sì. Or se le superficie sono in doppia proporzione delle linee, delle quali i solidi sono proporzione tripla, non possiam noi dire, i solidi essere in sesquialtera proporzion delle superficie?

Sagr. Ho inteso benissimo. E se bene alcuni altri particolari, attenenti alla materia di cui si tratta, mi resterebbero da domandare, tuttavia, quando ce n'andassimo così di digressione in digressione, tardi verremmo alle quistioni principalmente intese, che appartengono alle diversità de gli accidenti delle resistenze de i solidi all'esser spezzati: e però, quando così piaccia loro, potremo ritornare su 'l primo filo, che si propose da principio.

Salv. V. S. dice molto bene: ma le cose tante e tanto varie che si sono esaminate, ci han rubato tanto tempo, che poco ce n'avanzerà per questo giorno da spendere nell'altro nostro principal argomento, che è pieno di dimostrazioni geometriche, da esser con attenzione considerate; onde stimerei che fusse meglio differire il congresso a dimane, sì per questo che ho detto, come ancora perché potrei portar meco alcuni fogli, dove ho per ordine notati i teoremi e problemi ne i quali si propongono e dimostrano le diverse passioni di tal soggetto, che forse alla memoria, col necessario metodo, non mi sovverrebbero.

Sagr. Io molto bene mi accomodo a questo consiglio, e tanto più volentieri, quanto che, per finire la sessione odierna, arò tempo di sentir la dichiarazione d'alcuni dubbi che mi restavano nella materia che ultimamente trattavamo. De i quali uno è, se si deve stimare che l'impedimento del mezzo possa esser bastante a por termine all'accelerazione a' corpi di materia gravissima, e grandissimi di mole, e di figura sferica; e dico *sferica,* per pigliar quella che è contenuta sotto la minima superficie, e però meno soggetta al ritardamento. Un altro sarà circa le vibrazioni de i pendoli, e questo ha più capi: l'uno è, se tutte, e grandi e mediocri e minime, si fanno veramente e precisamente sotto tempi eguali; ed un altro, qual sia la proporzione de i tempi de i mobili appesi a fili diseguali, de i tempi, dico, delle lor vibrazioni.

Salv. I quesiti son belli, e, sì come avviene di tutti i veri, dubito che trattandosi di qualsisia di loro, si tirerà dietro tante altre vere e curiose consequenze, che non so se l'avanzo di questo giorno ci basterà per discuterle tutte.

Sagr. S'elle saranno del sapore delle passate, più grato mi sarebbe l'impiegarvi tanti giorni, non che tante ore, quante restano sino a notte; e credo che il Sig. Simplicio non si ristuccherà di tali ragionamenti.

Simp. Sicuramente no, e massime quando si trattano quistioni naturali intorno alle quali non si leggono opinioni o discorsi d'altri filosofi.

Salv. Vengo dunque alla prima, affermando senza veruna dubitazione, non essere sfera sì grande, né di materia sì grave, che la renitenza del mezzo, ancor che tenuissimo, non raffreni la sua accelerazione, e che nella continuazion del moto non lo riduca all'equabilità: di che possiamo ritrar molto chiaro argomento dall'esperienza stessa. Imperò che, se alcun mobile cadente fusse abile, nella sua continuazion di moto, ad acquistar qualsivoglia grado di velocità, nissuna velocità che da motore esterno gli fusse conferita, potrebbe esser così grande, che egli la recusasse e se ne spogliasse mercé dell'impedimento del mezzo; e così una palla d'artiglieria che fusse scesa per aria, v. g., quattro braccia,

ed avesse, per esempio, acquistato dieci gradi di velocità, e che con questi entrasse nell'acqua, quando l'impedimento dell'acqua non fusse potente a vietare alla palla un tale impeto, ella l'accrescerebbe, o almeno lo continuerebbe sino al fondo: il che non si vede seguire: anzi l'acqua, benché non fusse più che poche braccia profonda, l'impedisce e debilita in modo, che leggerissima percossa farà nel letto del fiume o del lago [36]. È dunque manifesto, che quella velocità della quale l'acqua l'ha potuta spogliare in un brevissimo viaggio, non glie la lascerebbe già mai acquistare anco nella profondità di mille braccia. E perché permettergli 'l guadagnarsela in mille, per levargliela poi in quattro braccia? Ma che più? non si ved'egli, l'immenso impeto della palla, cacciata dall'istessa artiglieria, esser talmente rintuzzato dall'interposizione di pochissime braccia d'acqua, che senza veruna offesa della nave appena si conduce a percuoterla? L'aria ancora, benché cedentissima, pur reprime la velocità del mobile cadente, ancor che molto grave, come possiamo con simili esperienze comprendere: perché se dalla cima d'una torre molto alta tireremo un'archibusata in giù, questa farà minor botta in terra, che se scaricheremo l'archibuso, alto dal piano solamente quattro o sei braccia; segno evidente che l'impeto con che la palla uscì della canna, scaricata nella sommità della torre, andò diminuendosi nello scender per aria. Adunque lo scender da qualunque grandissima altezza non basterà per fargli acquistare quell'impeto, del quale la resistenza dell'aria la priva quando già in qualsivoglia modo gli sia stato conferito. La rovina parimente che farà in una muraglia un colpo d'una palla cacciata da una colubrina dalla lontananza di venti braccia, non credo che la facesse venendo a perpendicolo da qualsivoglia altezza immensa. Stimo per tanto, esser termine all'accelerazione di qualsivoglia mobile naturale che dalla quiete si parta, e che l'impedimento del mezzo finalmente

[36] Sulle precedenti ricerche intorno alla velocità di un proietto, si veda la nota 41 a p. 232, del *Dialogo sopra i due massimi sistemi*.

lo riduca all'egualità, nella quale ben poi sempre si mantenga.

Sagr. L'esperienze veramente mi par che siano molto a proposito; né ci è altro se non che l'avversario potrebbe farsi forte col negar che si debbano verificar nelle moli grandissime e gravissime, e che una palla d'artiglieria venendo dal concavo della Luna, o anco dalla suprema region dell'aria, farebbe percossa maggiore che uscita dal cannone.

Salv. Non è dubbio che molte cose si posson opporre, e che non tutte si possono con esperienze redarguire: tuttavia in questa contradizzione, alcuna cosa par che si possa metter in considerazione, cioè che molto ha del verisimile che 'l grave cadente da un'altezza acquisti tanto d'impeto nell'arrivar in terra, quanto fusse bastante a tirarlo a quell'altezza; come chiaramente si vede in un pendolo assai grave, che slargato cinquanta o sessanta gradi dal perpendicolo, guadagna quella velocità e virtù che basta precisamente a sospignerlo ad altrettanta elevazione, trattone però quel poco che gli vien tolto dall'impedimento dell'aria. Per costituir dunque la palla dell'artiglieria in tanta altezza che bastasse per l'acquisto del pezzo, dovrebbe bastar il tirarla in su a perpendicolo con l'istessa artiglieria, osservando poi se nella ricaduta ella facesse colpo eguale a quello della percossa fatta da vicino nell'uscire; che credo veramente che non sarebbe, a gran segno, tanto gagliardo: e però stimo che la velocità che ha la palla vicino all'uscita del pezzo, sarebbe di quelle che l'impedimento dell'aria non gli lascerebbe conseguire già mai mentre con moto naturale scendesse, partendosi dalla quiete, da qualsivoglia grand'altezza.

Vengo ora a gli altri quesiti, attenenti a i pendoli, materia che a molti parrebbe assai arida, e massime a quei filosofi che stanno continuamente occupati nelle più profonde quistioni delle cose naturali; tuttavia non gli voglio disprezzare, inanimito dall'esempio d'Aristotele medesimo, nel quale io ammiro sopra tutte le cose il non aver egli lasciato, si può dir, materia alcuna, degna in qualche modo di considerazione, che e' non l'abbia toccata. Ed ora, mosso da i quesiti di V. S., penso che potrò dirvi qualche mio pen-

siero sopra alcuni problemi attenenti alla musica, materia nobilissima, della quale hanno scritto tanti grand'uomini e l'istesso Aristotele, e circa di essa considerar molti problemi curiosi; talché se io ancora da così facili e sensate esperienze trarrò ragioni di accidenti maravigliosi in materia de i suoni, posso sperare che i miei ragionamenti siano per esser graditi da voi.

Sagr. Non solamente graditi, ma da me in particolare sommamente desiderati, come quello che, sendomi dilettato di tutti gli strumenti musici, ed assai filosofato intorno alle consonanze, son sempre restato incapace e perplesso onde avvenga che più mi piaccia e diletti questa che quella, e che alcuna non solo non mi diletti, ma sommamente m'offenda. Il problema poi trito delle due corde tese all'unisono, che al suono dell'una l'altra si muova e attualmente risuoni, mi resta ancora irresoluto, come anco non ben chiare le forme delle consonanze ed altre particolarità.

Salv. Vedremo se da questi nostri pendoli si possa cavare qualche sodisfazione a tutte queste difficoltà. E quanto al primo dubbio, che è, se veramente e puntualissimamente l'istesso pendolo fa tutte le sue vibrazioni, massime, mediocri e minime, sotto tempi precisamente eguali, io mi rimetto a quello che intesi già dal nostro Accademico; il quale dimostra bene, che 'l mobile che descendesse per le corde suttese a qualsivoglia arco, le passerebbe necessariamente tutte in tempi eguali, tanto la suttesa sotto cent'ottanta gradi (cioè tutto il diametro), quanto le suttese di cento, di sessanta, di dieci, di due, di mezzo e di quattro minuti, intendendo che tutte vadano a terminar nell'infimo punto, toccante il piano orizontale. Circa poi i descendenti per gli archi delle medesime corde elevati sopra l'orizonte, e che non siano maggiori d'una quarta, cioè di novanta gradi [37],

[37] Le esperienze compiute da Galilei sulle oscillazioni pendolari lo avevano condotto alla conclusione che esse, se compiute da distanze verticali uguali, sono compiute in tempi uguali, quale che sia l'ampiezza delle oscillazioni; questo affermò Galilei per la prima volta nella lettera a Guidobaldo del Monte del 1602 (vol. I, pp. 857-62), a cui rinviamo per le varie considerazioni illustrative ivi contenute; Galilei riprese poi l'argo-

mostra parimente l'esperienza, passarsi tutti in tempi eguali, ma però più brevi de i tempi de' passaggi per le corde; effetto che in tanto ha del maraviglioso, in quanto nella prima apprensione par che dovrebbe seguire il contrario: imperò che, sendo comuni i termini del principio e del fine del moto, ed essendo la linea retta la brevissima che tra i medesimi termini si comprende, par ragionevole che il moto fatto per lei s'avesse a spedire nel più breve tempo; il che poi non è, ma il tempo brevissimo, ed in consequenza il moto velocissimo, è quello che si fa per l'arco del quale essa linea retta è corda. Quanto poi alla proporzione de i tempi delle vibrazioni di mobili pendenti da fila di differente lunghezza, sono essi tempi in proporzione suddupla delle lunghezze delle fila, o vogliam dire le lunghezze esser in duplicata proporzion de i tempi, cioè son come i quadrati de i tempi: sì che volendo, v. g., che 'l tempo d'una vibrazione d'un pendolo sia doppio del tempo d'una vibrazione d'un altro, bisogna che la lunghezza della corda di quello sia quadrupla della lunghezza della corda di questo; ed allora, nel tempo d'una vibrazione di quello, un altro ne farà tre, quando la corda di quello sarà nove volte più lunga dell'altra: dal che ne séguita che le lunghezze delle corde hanno fra di loro la proporzione che hanno i quadrati de' numeri delle vibrazioni che si fanno nel medesimo tempo [38].

Sagr. Adunque, se io ho ben inteso, potrò speditamente sapere la lunghezza d'una corda pendente da qualsivoglia grandissima altezza, quando bene il termine sublime dell'attaccatura mi fusse invisibile e solo si vedesse l'altro estremo basso. Imperò che, se io attaccherò qui da basso

mento in relazione alla questione del moto della terra, nel *Dialogo sopra i due massimi sistemi*, dove il principio dell'isocronismo delle oscillazioni pendolari è esposto con parole quasi uguali a quelle contenute in questo passo.

[38] Le esperienze sulle oscillazioni pendolari ebbero un loro non trascurabile aspetto concreto, collegato agli interessi tecnici, come si può osservare nella lettera al Realio del 1637 (vol. I, pp. 948-59); qui, ricollegandosi alle sue indagini del 1602, parla del progetto di costruzione di un orologio a pendolo e precisa anche la relazione esistente tra il periodo di oscillazione e la lunghezza del pendolo medesimo (si veda al riguardo la lettera del Baliani del 19 agosto 1639, citata nel vol. I, p. 968, n. 1).

un assai grave peso a detta corda e farò che si vada vibrando in qua e in là, e che un amico vadia numerando alcune delle sue vibrazioni e che io nell'istesso tempo vadia parimente contando le vibrazioni che farà un altro mobile appeso a un filo di lunghezza precisamente d'un braccio, da i numeri delle vibrazioni di questi pendoli, fatte nell'istesso tempo, troverò la lunghezza della corda: come, per esempio, ponghiamo che nel tempo che l'amico mio abbia contate venti vibrazioni della corda lunga, io ne abbia contate dugenquaranta del mio filo, che è lungo un braccio; fatti i quadrati delli due numeri venti e dugenquaranta, che sono 400 e 57600, dirò, la lunga corda contener 57600 misure di quelle che il mio filo ne contien 400; e perché il filo è un sol braccio, partirò 57600 per 400, che ne viene 144; e 144 braccia dirò esser lunga quella corda.

Salv. Né vi ingannerete d'un palmo, e massime se piglierete moltitudini grandi di vibrazioni.

Sagr. V. S. mi dà pur frequentemente occasione d'ammirare la ricchezza ed insieme la somma liberalità della natura, mentre da cose tanto comuni, e direi anco in certo modo vili, ne andate traendo notizie molto curiose e nuove, e bene spesso remote da ogni immaginazione. Io ho ben mille volte posto cura alle vibrazioni, in particolare, delle lampade pendenti in alcune chiese da lunghissime corde, inavvertentemente state mosse da alcuno; ma il più che io cavassi da tale osservazione, fu l'improbabilità dell'opinione di quelli che vogliono che simili moti vengano mantenuti e continuati dal mezzo, cioè dall'aria, perché mi parrebbe bene che l'aria avesse un gran giudizio, ed insieme una poca faccenda, a consumar le ore e le ore di tempo in sospignere con tanta regola in qua e in là un peso pendente: ma che io fussi per apprenderne che quel mobile medesimo, appeso a una corda di cento braccia di lunghezza, slontanato dall'imo punto una volta novanta gradi ed un'altra un grado solo o mezzo, tanto tempo spendesse in passar questo minimo, quanto in passar quel massimo arco, certo non credo che mai l'avrei incontrato, ché ancor ancora mi par che tenga dell'impossibile. Ora sto aspettando di sentire che

queste medesime semplicissime minuzie mi assegnino ragioni tali di quei problemi musici, che mi possino, almeno in parte, quietar la mente.

Salv. Prima d'ogni altra cosa bisogna avvertire che ciaschedun pendolo ha il tempo delle sue vibrazioni talmente limitato e prefisso, che impossibil cosa è il farlo muover sotto altro periodo che l'unico suo naturale. Prenda pur chi si voglia in mano la corda ond'è attaccato il peso, e tenti quanto gli piace d'accrescergli o scemargli la frequenza delle sue vibrazioni; sarà fatica buttata in vano: ma ben all'incontro ad un pendolo, ancor che grave e posto in quiete, col solo soffiarvi dentro conferiremo noi moto, e moto anche assai grande col reiterare i soffi, ma sotto 'l tempo che è proprio quel delle sue vibrazioni; che se al primo soffio l'aremo rimosso dal perpendicolo mezzo dito, aggiugnendogli il secondo dopo che, sendo ritornato verso noi, comincerebbe la seconda vibrazione, gli conferiremo nuovo moto, e così successivamente con altri soffi, ma dati a tempo, e non quando il pendolo ci vien incontro (che così gl'impediremmo, e non aiuteremmo, il moto); e seguendo, con molti impulsi gli conferiremo impeto tale, che maggior forza assai che quella d'un soffio ci bisognerà a cessarlo.

Sagr. Ho da fanciullo osservato, con questi impulsi dati a tempo un uomo solo far sonare una grossissima campana, e nel volerla poi fermare, attaccarsi alla corda quattro e sei altri e tutti esser levati in alto, né poter tanti insieme arrestar quell'impeto che un solo con regolati tratti gli aveva conferito.

Salv. Esempio che dichiara 'l mio intento non meno acconciamente di quel che questa mia premessa si accomodi a render la ragione del maraviglioso problema della corda della cetera o del cimbalo, che muove e fa realmente sonare quella non solo che all'unisono gli è concorde, ma anco all'ottava e alla quinta. Toccata, la corda comincia e continua le sue vibrazioni per tutto 'l tempo che si sente durar la sua risonanza: queste vibrazioni fanno vibrare e tremare l'aria che gli è appresso, i cui tremori e increspamenti si distendono per grande spazio e vanno a urtare in

tutte le corde del medesimo strumento, ed anco di altri vicini: la corda che è tesa all'unisono con la tocca, essendo disposta a far le sue vibrazioni sotto 'l medesimo tempo, comincia al primo impulso a muoversi un poco; e sopraggiugnendogli il secondo, il terzo, il ventesimo e più altri, e tutti ne gli aggiustati e periodici tempi, riceve finalmente il medesimo tremore che la prima tocca, e si vede chiarissimamente andar dilatando le sue vibrazioni giusto allo spazio della sua motrice. Quest'ondeggiamento che si va distendendo per l'aria, muove e fa vibrare non solamente le corde, ma qualsivoglia altro corpo disposto a tremare e vibrarsi sotto quel tempo della tremante corda; sì che se si ficcheranno nelle sponde dello strumento diversi pezzetti di setole o di altre materie flessibili, si vedrà, nel sonare il cimbalo, tremare or questo or quel corpuscolo, secondo che verrà toccata quella corda le cui vibrazioni van sotto 'l medesimo tempo: gli altri non si muoveranno al suono di questa corda, né quello tremerà al suono d'altra corda. Se con l'archetto si toccherà gagliardamente una corda grossa d'una viola, appressandogli un bicchiere di vetro sottile e pulito, quando il tuono della corda sia all'unisono del tuono del bicchiere, questo tremerà e sensatamente risonerà. Il diffondersi poi amplamente l'increspamento del mezzo intorno al corpo risonante, apertamente si vede nel far sonare il bicchiere, dentro 'l quale sia dell'acqua, fregando il polpastrello del dito sopra l'orlo; imperò che l'acqua contenuta con regolatissimo ordine si vede andar ondeggiando: e meglio ancora si vedrà l'istesso effetto fermando il piede del bicchiere nel fondo di qualche vaso assai largo, nel quale sia dell'acqua sin presso all'orlo del bicchiere; ché parimente, facendolo risonare con la confricazione del dito, si vedranno gl'increspamenti nell'acqua regolatissimi, e con gran velocità spargersi in gran distanza intorno al bicchiere: ed io più volte mi sono incontrato, nel fare al modo detto sonare un bicchiere assai grande e quasi pieno d'acqua, a veder prima le onde nell'acqua con estrema egualità formate, ed accadendo tal volta che 'l tuono del bicchiere salti un'ottava più alto, nell'istesso momento ho visto ciascheduna

delle dette onde dividersi in due; accidente che molto chiaramente conclude, la forma dell'ottava esser la dupla.

Sagr. A me ancora è intervenuto l'istesso più d'una volta con mio diletto ed anco utile: imperò che stetti lungo tempo perplesso intorno a queste forme delle consonanze, non mi parendo che la ragione che comunemente se n'adduce da gli autori che sin qui hanno scritto dottamente della musica, fusse concludente a bastanza. Dicono essi, la diapason, cioè l'ottava, esser contenuta dalla dupla, la diapente, che noi diciamo la quinta, dalla sesquialtera, etc.; perché, distesa sopra il monocordo una corda, sonandola tutta e poi sonandone la metà, col mettere un ponticello in mezzo, si sente l'ottava, e se il ponticello si metterà al terzo di tutta la corda, toccando l'intera e poi li due terzi, ci rende la quinta; per lo che l'ottava dicono esser contenuta tra 'l due e l'uno, e la quinta tra il tre e 'l dua. Questa ragione, dico, non mi pareva concludente per poter assegnar iuridicamente la dupla e la sesquialtera per forme naturali della diapason e della diapente: e 'l mio motivo era tale. Tre sono le maniere con le quali noi possiamo inacutire il tuono a una corda: l'una è lo scorciarla; l'altra, il tenderla più, o vogliam dir tirarla; il terzo è l'assottigliarla. Ritenendo la medesima tiratezza e grossezza della corda, se vorremo sentir l'ottava, bisogna scorciarla la metà, cioè toccarla tutta, e poi mezza: ma se, ritenendo la medesima lunghezza e grossezza, vorremo farla montare all'ottava col tirarla più, non basta tirarla il doppio più, ma ci bisogna il quadruplo, sì che se prima era tirata dal peso d'una libbra, converrà attaccarvene quattro per inacutirla all'ottava: e finalmente se, stante la medesima lunghezza e tiratezza, vorremo una corda che, per esser più sottile, renda l'ottava, sarà necessario che ritenga solo la quarta parte della grossezza dell'altra più grave. E questo che dico dell'ottava, cioè che la sua forma presa dalla tensione o dalla grossezza della corda è in duplicata proporzione di quella che si ha dalla lunghezza, intendasi di tutti gli altri intervalli musici: imperò che quello che ci dà la lunghezza con la proporzion sesquialtera, cioè col sonarla tutta e poi li due terzi, volen-

dolo cavar dalla tiratezza o dalla sottigliezza, bisogna duplicar la proporzione sesquialtera, pigliando la dupla sesquiquarta, e se la corda grave era tesa da quattro libbre di peso, attaccarne all'acuta non sei, ma nove, e quanto alla grossezza, far la corda grave più grossa dell'acuta secondo la proporzione di nove a quattro, per aver la quinta. Stante queste verissime esperienze, non mi pareva scorger ragione alcuna per la quale avesser i sagaci filosofi a stabilir, la forma dell'ottava esser più la dupla che la quadrupla, e della quinta più la sesquialtera che la dupla sesquiquarta. Ma perché il numerar le vibrazioni d'una corda, che nel render la voce le fa frequentissime, è del tutto impossibile, sarei restato sempre ambiguo se vero fusse che la corda dell'ottava, più acuta, facesse nel medesimo tempo doppio numero di vibrazioni di quelle della più grave, se le onde permanenti per quanto tempo ci piace, nel far sonare e vibrare il bicchiere, non m'avessero sensatamente mostrato come nell'istesso momento che alcuna volta si sente il tuono saltare all'ottava, si veggono nascere altre onde più minute, le quali con infinita pulitezza tagliano in mezzo ciascuna di quelle prime.

Salv. Bellissima osservazione per poter distinguer ad una ad una le onde nate dal tremore del corpo che risuona, che son poi quelle che, diffuse per l'aria, vanno a far la titillazione su 'l timpano del nostro orecchio, la quale nell'anima ci doventa suono. Ma dove che il vederle ed osservarle nell'acqua non dura se non quanto si continua la confricazion del dito, ed anco in questo tempo non sono permanenti, ma continuamente si fanno e si dissolvono, non sarebbe bella cosa quando se ne potesse far con grand'esquisitezza di quelle che restassero lungo tempo, dico mesi ed anni, sì che desser commodità di poterle misurare ed agiatamente numerare?

Sagr. Veramente io stimerei sommamente una tale invenzione.

Salv. L'invenzione fu del caso, e mia fu solamente l'osservazione e 'l far di essa capitale e stima come di riprova di nobil contemplazione, ancor che fattura in se stessa assai vile. Raschiando con uno scarpello di ferro tagliente una piastra d'ottone per levarle alcune macchie, nel muovervi

sopra lo scarpello con velocità, sentii una volta e due, tra molte strisciate, fischiare e uscirne un sibilo molto gagliardo e chiaro; e guardando sopra la piastra, veddi un lungo ordine di virgolette sottili, tra di loro parallele e per egualissimi intervalli l'una dall'altra distanti. Tornando a raschiar di nuovo più e più volte, m'accorsi che solamente nelle raschiate che fischiavano lasciava lo scarpello le 'ntaccature sopra la piastra; ma quando la strisciata passava senza sibilo, non restava pur minima ombra di tali virgolette. Replicando poi altre volte lo scherzo, strisciando ora con maggiore ed ora con minor velocità, il sibilo riusciva di tuono or più acuto ed or più grave; ed osservai, i segni fatti nel suono più acuto esser più spessi, e quelli del più grave più radi, e tal volta ancora, secondo che la strisciata medesima era fatta verso 'l fine con maggior velocità che nel principio, si sentiva il suono andarsi inacutendo, e le virgolette si vedeva esser andate inspessendosi, ma sempre con estrema lindura e con assoluta equidistanza segnate; ed oltre a ciò, nelle strisciate sibilanti sentivo tremarmi il ferro in pugno, e per la mano scorrermi certo rigore: ed in somma si vede e sente fare al ferro quello per appunto che facciamo noi nel parlar sotto voce e nell'intonar poi il suono gagliardo, che, mandando fuora il fiato senza formare il suono, non sentiamo nella gola e nella bocca farsi movimento alcuno, rispetto però ed in comparazione del tremor grande che sentiamo farsi nella laringe ed in tutte le fauci nel mandar fuora la voce, e massime in tuono grave e gagliardo. Ho anco tal volta tra le corde del cimbalo notatone due unisone alli due sibili fatti strisciando al modo detto, e de i più differenti di tuono, de i quali due precisamente distavano per una quinta perfetta; e misurando poi gl'intervalli delle virgolette dell'una e dell'altra strisciata, si vedeva, la distanza che conteneva quarantacinque spazii dell'una, contenere trenta dell'altra, quale veramente è la forma che si attribuisce alla diapente. Ma qui, prima che passare più avanti, voglio avvertirvi, che delle tre maniere d'inacutire il suono, quella che voi referite alla sottigliezza della corda, con più verità deve attribuirsi al peso. Imperò che l'alterazione presa dalla grossezza

risponde quando le corde siano della medesima materia: e così una minugia per far l'ottava deve esser più grossa quattro volte dell'altra pur di minugia; ed una d'ottone, più grossa quattro volte d'un'altra d'ottone: ma s'io vorrò far l'ottava con una d'ottone ad una di minugia, non si ha da ingrossar quattro volte, ma sì ben farla quattro volte più grave; sì che, quanto alla grossezza, questa di metallo non sarà altrimenti quattro volte più grossa, ma ben quadrupla in gravità, che tal volta sarà più sottile che la sua rispondente all'ottava, più acuta, che sia di minugia: onde accade che incordandosi un cimbalo di corde d'oro ed un altro d'ottone, se saranno della medesima lunghezza, grossezza e tensione, per esser l'oro quasi il doppio più grave, riuscirà l'accordatura circa una quinta più grave. E qui notisi come alla velocità del moto più resiste la gravità del mobile che la grossezza, contro a quello che a prima fronte altri giudicherebbe; che ben pare che, ragionevolmente, più dovesse esser ritardata la velocità dalla resistenza del mezzo all'esser aperto in un mobile grosso e leggiero, che in uno grave e sottile; tuttavia in questo caso accade tutto l'opposito. Ma seguitando il primo proposito, dico che non è la ragion prossima ed immediata delle forme de gl'intervalli musici la lunghezza delle corde, non la tensione, non la grossezza, ma sì bene la proporzione de i numeri delle vibrazioni e percosse dell'onde dell'aria che vanno a ferire il timpano del nostro orecchio, il quale esso ancora sotto le medesime misure di tempi vien fatto tremare. Fermato questo punto, potremo per avventura assegnar assai congrua ragione onde avvenga che di essi suoni, differenti di tuono, alcune coppie siano con gran diletto ricevute dal nostro sensorio, altre con minore, ed altre ci feriscano con grandissima molestia; che è il recar la ragione delle consonanze più o men perfette e delle dissonanze. La molestia di queste nascerà, credo io, dalle discordi pulsazioni di due diversi tuoni che sproporzionatamente colpeggiano sopra 'l nostro timpano, e crudissime saranno le dissonanze quando i tempi delle vibrazioni fussero incommensurabili; per una delle quali sarà quella quando di due corde unisone se ne suoni una con tal

parte dell'altra quale è il lato del quadrato del suo diametro: dissonanza simile al tritono o semidiapente. Consonanti, e con diletto ricevute, saranno quelle coppie di suoni che verranno a percuotere con qualche ordine sopra 'l timpano; il qual ordine ricerca, prima, che le percosse fatte dentro all'istesso tempo siano commensurabili di numero, acciò che la cartilagine del timpano non abbia a star in un perpetuo tormento d'inflettersi in due diverse maniere per acconsentire ed ubbidire alle sempre discordi battiture: sarà dunque la prima e più grata consonanza l'ottava, essendo che per ogni percossa che dia la corda grave su 'l timpano, l'acuta ne dà due, tal che amendue vanno a ferire unitamente in una sì, e nell'altra no, delle vibrazioni della corda acuta, sì che di tutto 'l numero delle percosse la metà s'accordano a battere unitamente; ma i colpi delle corde unisone giungon sempre tutti insieme, e però son come d'una corda sola, né fanno consonanza. La quinta diletta ancora, atteso che per ogni due pulsazioni della corda grave l'acuta ne dà tre, dal che ne séguita che, numerando le vibrazioni della corda acuta, la terza parte di tutte s'accordano a battere insieme, cioè due solitarie s'interpongono tra ogni coppia delle concordi; e nella diatesseron se n'interpongon tre. Nella seconda, cioè nel tuono sesquiottavo, per ogni nove pulsazioni una sola arriva concordemente a percuotere con l'altra della corda più grave; tutte l'altre sono discordi e con molestia ricevute su 'l timpano, e giudicate dissonanti dall'udito.

Simp. Vorrei con maggior chiarezza spiegato questo discorso.

Salv. Sia questa linea *A B* lo spazio e la dilatazione d'una vibrazione della corda grave, e la linea *C D* quella della corda acuta, la quale con l'altra renda l'ottava, e dividasi la *A B* in mezzo in *E*: è manifesto, che cominciando a muoversi le corde nei termini *A*, *C*, quando la vibrazione acuta sarà pervenuta al termine *D*, l'altra si sarà distesa solamente sino al mezzo *E*, il quale, non sendo termine del moto, non percuote, ma ben si fa colpo in *D*. Ritornando poi la vibrazione dal *D* in *C*, l'altra passa da *E* in *B*, onde le due percosse di *B* e di *C* battono unitamente su 'l tim-

pano: e tornando a reiterarsi le simili seguenti vibrazioni, si concluderà, alternatamente in una sì e nell'altra no delle vibrazioni *C*, *D* accadere l'unione delle percosse con quelle di *A*, *B*. Ma le pulsazioni de i termini hanno sempre per compagne una delle *C*, *D*, e sempre la medesima: il che è manifesto; perché, posto che *A*, *C* battano insieme, nel passar *A* in *B*, *C* va in *D* e torna in *C*, tal che *C* batte con *B*; e nel tempo che *B* torna in *A*, *C* passa per *D* e torna in *C*, sì che i colpi *A*, *C* si fanno insieme. Ma sieno ora le due vibrazioni *A B*, *C D* quelle che producono la diapente, i tempi delle quali sono in proporzion sesquialtera, e dividasi la *A B* della corda grave in tre parti eguali in *E*, *O*, e intendansi le vibrazioni cominciare nell'istesso momento da i termini *A*, *C*: è manifesto che nella percossa che si farà nel termine *D*, la vibrazione di *AB* sarà giunta solamente in *O*; il timpano dunque riceve la percossa *D* sola: nel ritorno poi da *D* in *C*, l'altra vibrazione passa da *O* in *B* e ritorna in *O*, facendo la pulsazione in *B*, che pure è sola e di contrattempo (accidente da considerarsi); perché, avendo poi posto le prime pulsazioni fatte nell'istesso momento nei termini *A*, *C*, la seconda, che fu sola del termine *D*, si fece dopo quanto importa il tempo del transito *C D*, cioè *A O*, ma la seguente, che si fa in *B*, dista dall'altra solo quanto è il tempo di *O B*, che è la metà: continuando poi il ritorno da *O* in *A*, mentre da *C* si va in *D*, si viene a far le due pulsazioni unitamente in *A* e *D*. Seguono poi altri periodi simili a questi, cioè con l'interposizione di due pulsazioni della corda acuta, scompagnate e solitarie, e una della corda grave, pur solitaria e interposta tra le due solitarie dell'acuta. Sì che, se noi figureremo il tempo diviso in momenti, cioè in minime particole eguali; posto che nei due primi dalle concordi pulsazioni fatte in *A*, *C* si passi in *O*, *D*, e in *D* si batta; che nel terzo e quarto momento si torni da *D* in *C*, battendo in *C*, e che da *O* si passi per *B* e si torni in *O*, battendosi in *B*; e che finalmente nel quinto e sesto mo-

mento da *O* e *C* si passi in *A* e *D*, battendo in amendue; avremo sopra 'l timpano le pulsazioni distribuite con tal ordine, che poste le pulsazioni delle due corde nel medesimo instante, due momenti dopo riceverà una percossa solitaria, nel terzo momento un'altra pur solitaria, nel quarto un'altra sola, e due momenti dopo, cioè nel sesto, due congiunte insieme: e qui finisce il periodo, e, per dir così, l'anomalia, il qual periodo si va poi più volte replicando.

Sagr. Io non posso più tacere: è forza ch'io esclami il gusto che sento nel vedermi tanto adequatamente rese ragioni di effetti che tanto tempo m'hanno tenuto in tenebre e cecità. Ora intendo perché l'unisono non differisce punto da una voce sola: intendo perché l'ottava è la principal consonanza, ma tanto simile all'unisono, che come unisono si prende e si accompagna con le altre; simile è all'unisono, perché, dove le pulsazioni delle corde unisone vanno a ferire tutte insieme sempre, queste della corda grave dell'ottava vanno tutte accompagnate da quelle dell'acuta, e di queste una s'interpone solitaria ed in distanze eguali ed in certo modo senza fare scherzo alcuno, onde tal consonanza ne diviene sdolcinata troppo e senza brio. Ma la quinta, con quei suoi contrattempi, e con l'interpor tra le coppie delle due pulsazioni congiunte due solitarie della corda acuta ed una pur solitaria della grave, e queste tre con tanto intervallo di tempo quanto è la metà di quello che è tra ciascuna coppia e le solitarie dell'acuta, fa una titillazione ed un solletico tale sopra la cartilagine del timpano, che temperando la dolcezza con uno spruzzo d'acrimonia, par che insieme soavemente baci e morda.

Salv. È forza, poiché veggo che V. S. gusta tanto di queste novellizie, che io gli mostri il modo col quale l'occhio ancora, non pur l'udito, possa recrearsi nel veder i medesimi scherzi che sente l'udito. Sospendete palle di piombo, o altri simili gravi, da tre fili di lunghezze diverse, ma tali che nel tempo che il più lungo fa due vibrazioni, il più corto ne faccia quattro e 'l mezzano tre, il che accaderà quando il più lungo contenga sedici palmi o altre misure, delle quali il mezzano ne contenga nove ed il minore quattro; e rimossi

tutti insieme dal perpendicolo e poi lasciatigli andare, si vedrà un intrecciamento vago di essi fili, con incontri varii, ma tali che ad ogni quarta vibrazione del più lungo tutti tre arriveranno al medesimo termine unitamente, e da quello poi si partiranno, reiterando di nuovo l'istesso periodo: la qual mistione di vibrazioni è quella che, fatta dalle corde, rende all'udito l'ottava con la quinta in mezzo. E se con simile disposizione si andranno temperando le lunghezze di altri fili, sì che le vibrazioni loro rispondano a quelle di altri intervalli musici, ma consonanti, si vedranno altri ed altri intrecciamenti, e sempre tali, che in determinati tempi e dopo determinati numeri di vibrazioni tutti i fili (siano tre o siano quattro) si accordano a giugner nell'istesso momento al termine di loro vibrazioni, e di lì a cominciare un altro simil periodo. Ma quando le vibrazioni di due o più fili siano o incommensurabili, sì che mai non ritornino a terminar concordemente determinati numeri di vibrazioni, o se pur, non essendo incommensurabili, vi ritornano dopo lungo tempo e dopo gran numero di vibrazioni, allora la vista si confonde nell'ordine disordinato di sregolata intrecciatura, e l'udito con noia riceve gli appulsi intemperati de i tremori dell'aria, che senza ordine o regola vanno a ferire su 'l timpano.

Ma dove, Signori miei, ci siamo lasciati trasportare per tante ore da i varii problemi ed inopinati discorsi? Siamo giunti a sera, e della proposta materia abbiamo trattato pochissimo o niente; anzi ce ne siamo in modo disviati, che a pena mi sovviene della prima introduzzione e di quel poco ingresso che facemmo come ipotesi e principio delle future dimostrazioni.

Sagr. Sarà dunque bene che ponghiamo per oggi fine a i nostri ragionamenti, dando commodo alla mente di andarsi nel riposo della notte tranquillando, per tornar poi domani (quando piaccia a V. S. di favorirci) a i discorsi desiderati e principalmente intesi.

Salv. Non mancherò d'esser qua all'istessa ora di oggi a servirle e goderle.

Finisce la prima Giornata

GIORNATA SECONDA

Sagr. [1] Stavamo, il Sig. Simplicio ed io, aspettando la venuta di V. S., e nel medesimo tempo ci andavamo riducendo a memoria l'ultima considerazione, che, quasi come principio e supposizione delle conclusioni che V. S. intendeva di dimostrarci, fu circa quella resistenza che hanno tutti i corpi solidi all'esser rotti, dependente da quel glutine che tiene le parti attaccate e congiunte, sì che non senza una potente attrazzione cedono e si separano. Si andò poi cercando qual potesse esser la causa di tal coerenza, che in alcuni solidi è gagliardissima, proponendosi principalmente quella del vacuo, che fu poi cagione di tante digressioni che ci tennero tutta la giornata occupati e lontani dalla materia primieramente intesa, che era, come ho detto, la contemplazione delle resistenze de i solidi all'essere spezzati.

[1] Dopo l'esame dei vari princìpi matematici interessanti l'indagine fisica e la determinazione di alcune regole generali del movimento in polemica con la tradizione peripatetica, il contenuto della seconda giornata si determina in modo specifico e preciso attorno ai temi della statica, in collegamento alle ricerche contenute nelle *Mecaniche* del 1593, come risulta chiaro dal fatto che al principio della leva è ricondotto il tema centrale di questa parte dei *Discorsi*, la resistenza dei metalli. Il metodo stesso di analisi e di esposizione si ricollega qui a quello geometrico-proporzionale che è usato anche nella *Bilancetta* e nelle *Mecaniche*. Per questo la giornata seconda ha anche un grande rilievo per la determinazione di problemi metodologici e per la formazione di una concezione meccanicistica della natura che sconfigga definitivamente ogni intenzione finalistica. Vi sono poi interessanti divagazioni dal tema centrale, che precisano meglio l'ampiezza di vedute dello scienziato pisano.

Salv. Ben mi sovviene del tutto. E ritornando su 'l filo incominciato, posta qualunque ella sia la resistenza de i corpi solidi all'essere spezzati per una violenta attrazzione, basta che indubitabilmente ella in loro si trova; la quale, ben che grandissima contro alla forza di chi per diritto gli tira, minore per lo più si osserva nel violentargli per traverso: e così vegghiamo una verga, per esempio, d'acciaio o di vetro reggere per lo lungo il peso di mille libbre, che fitta a squadra in un muro si spezzerà con l'attaccargliene cinquanta solamente: e di questa seconda resistenza deviamo noi parlare, ricercando secondo quali proporzioni ella si ritrovi ne i prismi e cilindri simili o dissimili in figura e grossezza, essendo però dell'istessa materia. Nella quale specolazione io piglio come principio noto quello che nelle mecaniche si dimostra tra le passioni del vette, che noi chiamiamo leva, cioè che nell'uso della leva la forza alla resistenza ha la proporzion contraria di quella che hanno le distanze tra 'l sostegno e le medesime forza e resistenza [2].

Simp. Questo fu dimostrato da Aristotile, nelle sue Mecaniche, prima che da ogni altro.

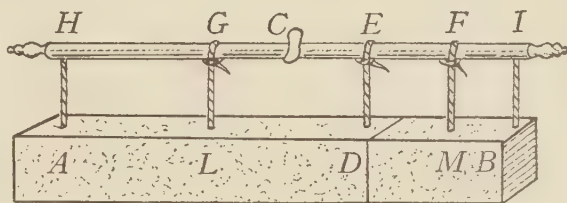
Salv. Voglio che gli concediamo il primato nel tempo; ma nella fermezza della dimostrazione parmi che se gli deva per grand'intervallo anteporre Archimede, da una sola proposizione del quale, dimostrata da esso ne gli Equiponderanti, dependono le ragioni non solamente della leva, ma della maggior parte de gli altri strumenti mecanici.

Sagr. Ma già che questo principio è il fondamento di tutto quello che voi avete intenzione di volerci dimostrare, non sarebbe se non molto a proposito l'arrecarci anco la prova di tal supposizione, quando non sia materia molto prolissa, dandoci una intera e compita instruzzione.

Salv. Come questo si abbia a fare, sarà pur meglio che io per altro ingresso, alquanto diverso da quello d'Archimede,

[2] Cfr. *Mecaniche* vol. I, p. 157. In questo trattato Galilei seguendo il pensiero di Archimede, fa dipendere dal principio della leva e dei lavori virtuali tutte le altre macchine semplici, di cui parla, e i vari esperimenti, da quello sui piani inclinati a quelli sulla vite.

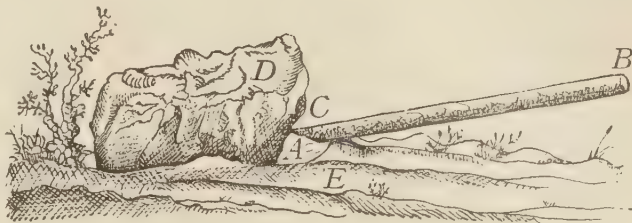
v'introduca nel campo di tutte le future specolazioni, e che non supponendo altro se non che pesi eguali posti in bilancia di braccia eguali facciano l'equilibrio (principio supposto parimente dal medesimo Archimede), io venga poi a dimostrarvi come non solamente altrettanto sia vero che pesi diseguali facciano l'equilibrio in stadera di braccia diseguali secondo la proporzione di essi pesi permutatamente sospesi, ma che l'istessa cosa fa colui che colloca pesi eguali in distanze eguali, che quello che colloca pesi diseguali in distanze che abbiano permutatamente la medesima proporzione che i pesi.

Or per chiara dimostrazione di quanto dico, segno un prisma o cilindro solido *A B*, sospeso dall'estremità alla linea *H I*, e sostenuto da due fili *H A*, *I B*: è manifesto, che se io sospenderò il tutto dal filo *C*, posto nel mezzo della bilancia *H I*, il prisma *A B* resterà equilibrato, essendo la metà del suo peso da una banda, e l'altra dall'altra, del punto della sospensione *C*, per il principio da noi supposto. Intendasi ora il prisma esser diviso in parti diseguali dal piano per la linea *D*, e sia la parte *D A* maggiore, e la *D B* minore; ed acciò che, fatta tal divisione, le parti del prisma restino nel medesimo sito e costituzione rispetto alla linea *H I*, soccorriamo con un filo *E D*, il quale, fermato nel punto *E*, sostenga le parti del prisma *A D*, *D B*; non è da dubitarsi che, non si essendo fatta veruna local mutazione nel prisma rispetto alla bilancia *H I*, ella resterà nel medesimo stato dell'equilibrio. Ma nella medesima costituzione resterà ancora se la parte del prisma che ora è sospesa dalle due estremità con li fili *A H*, *D E*, si appenda ad un sol filo *G L*, posto nel mezzo; e parimente l'altra parte *D B* non muterà stato sospesa dal mezzo e sostenuta dal filo *F M*: sciolti dunque i fili *H A*, *E D*, *I B*, e lasciati solo li due *G L*, *F M*, resterà l'istesso equilibrio, fatta pur sempre la sospensione dal punto *C*. Or qui voltiamoci a considerare

come noi abbiamo due gravi *A D*, *D B*, pendenti da i termini *G*, *F* di una libra *G F*, nella quale si fa l'equilibrio dal punto *C*, in modo che la distanza della sospensione del grave *A D* dal punto *C* è la linea *C G*, e l'altra parte *C F* è la distanza dalla qual pende l'altro grave *D B*: resta dunque solo da dimostrarsi, tali distanze aver la medesima proporzione tra di loro che hanno gli stessi pesi, ma permutatamente presi, cioè che la distanza *G C* alla *C F* sia come il prisma *D B* al prisma *D A*; il che proveremo così. Essendo la linea *G E* la metà della *E H*, e la *E F* metà della *E I*, sarà tutta la *G F* metà di tutta la *H I*, e però eguale alla *C I*; e trattane la parte comune *C F*, sarà la rimanente *G C* eguale alla rimanente *F I*, cioè alla *F E*; e presa comunemente la *C E*, saranno le due *G E*, *C F* eguali: e però, come *G E* ad *E F*, così *F C* a *C G*; ma come *G E* ad *E F*, così la doppia alla doppia, cioè *H E* ad *E I*, cioè il prisma *A D* al prisma *D B*; adunque, per l'egual proporzione e convertendo, come la distanza *G C* alla distanza *C F*, così il peso *B D* al peso *D A*: che è quello che io volevo provarvi [3].

Inteso sin qui, non credo che voi porrete difficoltà in ammettere che i due prismi *A D*, *D B* facciano l'equilibrio dal punto *C*, perché la metà di tutto 'l solido *A B* è alla destra della sospensione *C*, e l'altra metà dalla sinistra, e che così si vengono a rappresentar due pesi eguali disposti e distesi in due distanze eguali. Che poi li due prismi *A D*, *D B* ridotti in due dadi, o in due palle, o in due qual'altre si siano figure (purché si conservino le sospensioni medesime *G*, *F*), seguitino di far l'equilibrio dal punto *C*, non credo che sia alcuno che ne possa dubitare, perché troppo manifesta cosa è che le figure non mutano peso, dove si ritenga la medesima quantità di materia. Dal che possiamo raccor la general conclusione, che due pesi, qualunque si siano, fanno l'equilibrio da distanze permutatamente respondenti alle lor gravità.

Stabilito dunque tal principio, avanti che passiamo più oltre devo metter in considerazione come queste forze, resi-

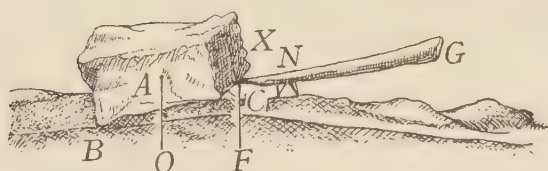
[3] Si tenga presente quanto Galilei osserva nel vol. I, pp. 150 segg. delle *Mecaniche*, in analogia con la presente dimostrazione.

stenze, momenti, figure, etc., si posson considerar in astratto e separate dalla materia, ed anco in concreto e congiunte con la materia; ed in questo modo quelli accidenti che converranno alle figure considerate come immateriali, riceveranno alcune modificazioni mentre li aggiugneremo la materia, ed in consequenza la gravità. Come, per esempio, se noi intenderemo una leva, qual sarebbe questa *B A*, la quale, posando su 'l sostegno *E*, sia applicata per sollevare il grave sasso *D*, è manifesto, per il dimostrato principio, che la forza posta nell'estremità *B* basterà per adequare la resistenza del grave *D*, se il suo momento al momento di esso *D* abbia la medesima proporzione che ha la distanza *A C* alla distanza *C B*; e questo è vero, non mettendo in considerazione altri momenti che quelli della semplice forza in *B* e della resistenza in *D*, quasi che l'istessa leva fusse immateriale e senza gravità: ma se noi metteremo in conto la gravità ancora dello strumento stesso della leva, la quale sarà talor di legno e tal volta anco di ferro, è manifesto che, alla forza in *B* aggiunto il peso della leva, altererà la proporzione, la quale converrà pronunziare sotto altri termini. E però, prima che passar più oltre, è necessario che noi convenghiamo in por distinzione tra queste due maniere di considerare, chiamando un *prendere assolutamente* quello quando intenderemo lo strumento preso in astratto, cioè separato dalla gravità della propria materia; ma congiugnendo con le figure semplici ed assolute la materia, con la gravità ancora, nomineremo le figure congiunte con la materia *momento* o *forza composta* [4].

[4] Abbiamo più volte notato la capitale importanza che assume nella scienza galileiana non solo per la statica, ma anche per gli aspetti dinamici e per i riflessi astronomici e cosmologici, il concetto di « momento ». Non ci resta che rinviare a quanto abbiamo osservato sia nelle *Mecaniche* che nel *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua.*

Sagr. È forza ch'io rompa il proposito che avevo di non dar occasione di digredire; ma non potrei con attenzione applicarmi al rimanente, se non mi fusse rimosso certo scrupolo che mi nasce; ed è questo: che mi pare che V. S. faccia comparazione della forza posta in B con la total gravità del sasso D, della qual gravità mi pare che una parte, e forse forse la maggiore, si appoggi sopra 'l piano dell'orizonte; sì che...

Salv. Ho inteso benissimo. V. S. non soggiunga altro; ma solamente avverta che io non ho nominata la gravità totale del sasso, ma ho parlato del momento che egli tiene ed esercita sopra 'l punto A, estremo termine della leva $B\,A$, il quale è sempre minore dell'intero peso del sasso, ed è variabile secondo la figura della pietra e secondo che ella vien più o meno sollevata.

Sagr. Resto appagato; ma mi nasce un altro desiderio, che è, che per intera cognizione mi fusse dimostrato il modo, se vi è, di poter investigare qual parte sia del peso totale quella che vien sostenuta dal soggetto piano, e quale quella che grava su 'l vette nell'estremità A.

Salv. Perché posso con poche parole dargli sodisfazzione, non voglio lasciar di servirla. Però, facendone un poco di figura, intenda V. S. il peso il cui centro di gravità sia A, appoggiato sopra l'orizonte co 'l termine B, e nell'altro sia sostenuto col vette $C\,G$, sopra 'l sostegno N, da una potenza posta in G; e dal centro A e dal termine C caschino, perpendicolari all'orizzonte, $A\,O$, $C\,F$: dico, il momento di tutto il peso al momento della potenza in G aver la proporzion composta della distanza $G\,N$ alla distanza $N\,C$ e della $F\,B$ alla $B\,O$. Facciasi, come la linea $F\,B$ alla $B\,O$, così la $N\,C$ alla X: ed essendo tutto il peso A sostenuto dalle due potenze poste in B e C, la potenza B alla C è come la distanza $F\,O$ alla $O\,B$; e componendo, le due potenze B, C insieme, cioè il total momento di tutto 'l peso A, alla potenza in C è come la linea $F\,B$ alla $B\,O$, cioè come la $N\,C$ alla X: ma

il momento della potenza in *C* al momento della potenza in *G* è come la distanza *G N* alla *N C*: adunque, per la perturbata, il total peso *A* al momento della potenza in *G* è come la *G N* alla *X*. Ma la proporzione di *G N* ad *X* è composta della proporzione di *G N* ad *N C* e di quella di *N C* ad *X*, cioè di *F B* a *B O*; adunque il peso *A* alla potenza che lo sostiene in *G* ha la proporzione composta della *G N* ad *N C* e di quella di *F B* a *B O*: ch'è quello che si doveva dimostrare [5].

Prop. I Or tornando al nostro primo proposito, intese tutte le cose sin qui dichiarate, non sarà difficile l'intender la ragione onde avvenga che un prisma o cilindro solido, di vetro, acciaio, legno o altra materia frangibile, che sospeso per lungo sosterrà gravissimo peso che gli sia attaccato, ma in traverso (come poco fa dicevamo) da minor peso assai potrà tal volta essere spezzato, secondo che la sua lunghezza eccederà la sua grossezza. Imperò che figuriamoci il prisma solido *A B C D*, fitto in un muro dalla parte *A B*, e nell'altra estremità s'intenda la forza del peso *E* (intendendo sempre, il muro esser eretto all'orizonte, ed il prisma o cilindro fitto nel muro ad angoli retti): è manifesto che, dovendosi spezzare, si romperà nel luogo *B*, dove il taglio del muro serve per sostegno, e la *B C* per la parte

[5] « Se sia un solido sopra l'orizonte e questo si deva alzare, è cosa chiara che se piglieremo una lieva che abbia il suo sostegno, ch'a volerlo equilibrare, bisognerà, volendo prima sollevarlo, mettere dall'altra parte della lieva potenza tale, che abbia al peso assoluto di detto solido la medesima proporzione che hanno tra loro le parti di detta lieva, ma contrariamente presi. Ma se ci contenteremo d'alzarne una parte, e che il rimanente si posi in terra, in questo caso, mentre si comincia ad alzarne una parte, sempre va scemando il peso sopra la lieva e va crescendo in terra: però si dimostrerà che detto peso alla potenza che deve equilibrarlo in qualsivoglia sito che sarà detto solido, abbi proporzione composta di quella che hanno tra di loro le parti della lieva, cioè quella ch'è dal fulcimento verso la potenza a quella che è dal fulcimento verso il solido, e di quella ch'ha la linea parallela all'orizonte, compresa tra la perpendicolare che casca dove tocca la lieva nel solido e dove tocca il solido in terra, a quella ch'è compresa tra la perpendicolare che casca a detta linea dal centro della gravità di detto solido e dove tocca detto solido la detta linea orizontale. » (frammento VIII, p. 366).

della leva dove si pone la forza; e la grossezza del solido *B A* è l'altra parte della leva, nella quale è posta la resistenza, che consiste nello staccamento che s'ha da fare della parte del solido *B D*, che è fuor del muro, da quella che è dentro: e per le cose dichiarate, il momento della forza posta in *C* al momento della resistenza, che sta nella grossezza del prisma, cioè nell'attaccamento della base *B A* con la sua contigua, ha la medesima proporzione che la lunghezza *C B* alla metà della *B A*; e però l'assoluta resistenza all'esser rotto, che è nel prisma *B D* (la quale assoluta resistenza è quella che si fa col tirarlo per diritto, perché allora tanto è il moto del movente quanto quello del mosso), all'esser rotto con l'aiuto della leva *B C*, ha la medesima proporzione che la lunghezza *B C* alla metà di *A B* nel prisma, che nel cilindro è il semidiametro della sua base [6]. E questa sia la nostra prima proposizione. E notate, che questo che dico, si debbe intendere, rimossa la considerazione del peso proprio del solido *B D*, il qual solido ho preso come nulla pesante: ma quando vorremo mettere in conto la sua gravità, congiugnendola col peso *E*, doviamo al peso *E* aggiugnere la metà del peso del solido *B D*; sì che essendo, v. g., il peso di *B D* due libbre, e 'l peso di *E* libbre dieci, si deve pigliare il peso *E* come se fusse undici.

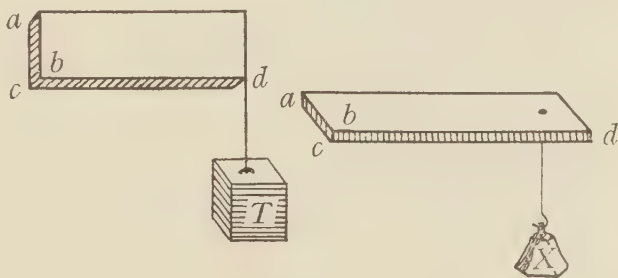
[6] Poiché Galilei si richiama qui integralmente al principio della leva e quindi dei lavori virtuali, non tiene in conto alcuno l'elasticità dei corpi e quindi la loro maggiore capacità di resistenza; ciò dipende in generale dalla mentalità scientifica ch'egli s'era venuto formando, a carattere geometrico-meccanico, che, a nostro avviso, gli impediva di esaminare altri aspetti dei problemi non rientranti della sua prospettiva.

Simp. E perché non come se fusse dodici?

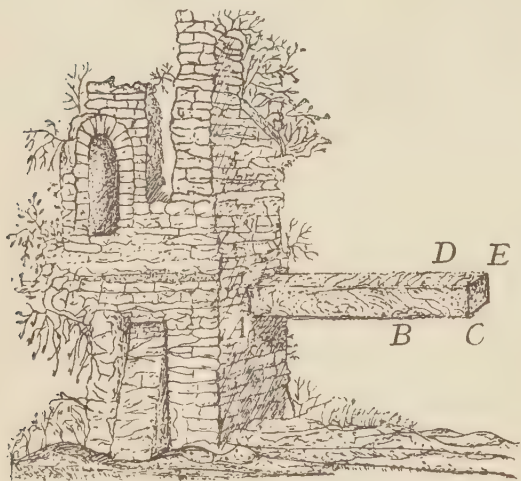
Salv. Il peso *E*, Sig. Simplicio mio, pendente dal termine *C*, preme, in rispetto alla leva *B C*, con tutto 'l suo momento di libbre dieci; dove se fusse appeso il solo *B D*, graverebbe con tutto 'l momento di due libbre: ma, come vedete, tal solido è distribuito per tutta la lunghezza *B C* uniformemente, onde le parti sue vicine all'estremità *B* gravano manco delle più remote; sì che in somma, ristorando quelle con queste, il peso di tutto 'l prisma si riduce a lavorare sotto 'l centro della sua gravità, che risponde al mezzo della leva *B C*: ma un peso pendente dalla estremità *C* ha momento doppio di quello che arebbe pendendo dal mezzo: e però la metà del peso del prisma si deve aggiugnere al peso *E*, mentre ci serviamo del momento di amendue, come locati nel termine *C*.

Simp. Resto capacissimo; e di più, s'io non m'inganno, parmi che la potenza di amendue i pesi *B D* ed *E*, posti così, arebbe l'istesso momento che se tutto il peso di *B D* col doppio di *E* fusse appeso nel mezo della leva *B C*.

Prop. II

Salv. Così è precisamente, e si deve tenere a memoria. Qui possiamo immediatamente intender, come e con che proporzione resista più una verga, o vogliam dir prisma più largo che grosso, all'esser rotto, fattogli forza secondo la sua larghezza, che secondo la grossezza. Per intelligenza di che, intendasi una riga *ad*, la cui larghezza sia *ac*, e la grossezza, assai minore, *cb*: si cerca perché, volendola romper per taglio, come nella prima figura, resisterà al gran peso *T*; ma posta per piatto, come nella seconda figura, non resisterà all'*X*, minore del *T*. Il che si fa manifesto, mentre intendiamo, il sostegno essere una volta sotto la linea *bc*, ed un'altra sotto la *ca*, e le distanze delle forze esser nell'un caso e nell'altro eguali, cioè la lunghezza *b d*; ma nel primo caso la distanza della resistenza dal sostegno,

che è la metà della linea *c a*, è maggiore della distanza nell'altro caso, la quale è la metà della *b c*; però la forza del peso *T* conviene che sia maggiore della *X* quanto la metà della larghezza *c a* è maggiore della metà della grossezza *b c*, servendoci quella per contralleva della *c a*, e questa della *c b*, per superare la medesima resistenza, che è la quantità delle fibre di tutta la base *a b*. Concludesi per tanto, la medesima riga o prisma più largo che grosso resister più all'esser rotto per taglio che per piatto, secondo la proporzione della larghezza alla grossezza.

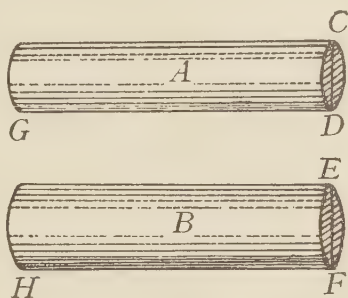
Prop. III

Conviene ora che cominciamo a investigare secondo qual proporzione vadia crescendo il momento della propria gravità, in relazione alla propria resistenza all'essere spezzato in un prisma o cilindro, mentre, stando parallelo all'orizonte, si va allungando; il qual momento trovo andar crescendo in duplicata proporzione di quella dell'allungamento. Per la cui dimostrazione, intendasi il prisma o cilindro *A D* fitto saldamente nel muro dall'estremità *A*, e sia equidistante all'orizonte; ed il medesimo intendasi allungato sino in *E*, aggiugnendovi la parte *B E*. È manifesto che l'allungamento della leva *A B* sino in *C* cresce per sé solo, cioè assolutamente preso, il momento della forza premente contro alla resistenza dello staccamento e rottura da farsi in *A* secondo la proporzione di *C A* e *B A*: ma, oltre a questo, il peso aggiunto del solido *B E* al peso del solido *A B* cresce il momento della gravità premente secondo la proporzione del prisma *A E* al prisma *A B*, la qual proporzione è la medesima della lunghezza *A C* alla *A B*: adunque è manifesto che, congiunti i due accrescimenti delle lunghezze e delle gravità, il momento composto di amendue è in doppia proporzione di qualunque di esse. Concludasi per tanto, i momenti delle

forze de i prismi e cilindri egualmente grossi, ma disegualmente lunghi, esser tra di loro in duplicata proporzione di quella delle lor lunghezze, cioè esser come i quadrati delle lunghezze.

Mostreremo adesso, nel secondo luogo, secondo qual proporzione cresca la resistenza all'essere spezzati ne i prismi e cilindri, mentre restino della medesima lunghezza e si accresca la grossezza. E qui dico che:

Prop. IV

Ne i prismi e cilindri egualmente lunghi, ma disegualmente grossi, la resistenza all'esser rotti cresce in triplicata proporzione de i diametri delle lor grossezze, cioè delle lor basi.

I due cilindri siano questi *A*, *B*; le cui lunghezze eguali, *D G*, *F H*; le basi diseguali, i cerchi i cui diametri *C D*, *E F*: dico, la resistenza del cilindro *B* alla resistenza del cilindro *A*, ad esser rotti, aver triplicata proporzione di quella che ha il diametro *F E* al diametro *D C*. Imperò che, se consideriamo l'assoluta e semplice resistenza che risiede nelle basi, cioè ne i cerchi *E F*, *D C*, all'essere strappati facendogli forza col tirargli per diritto, non è dubbio che la resistenza del cilindro *B* è tanto maggiore che quella del cilindro *A*, quanto il cerchio *E F* è maggiore del *C D*, perché tante più sono le fibre, i filamenti o le parti tenaci, che tengono unite le parti de i solidi. Ma se consideriamo che nel far forza per traverso ci serviamo di due leve, delle quali le parti o distanze dove si applicano le forze sono le linee *D G*, *F H*, i sostegni sono ne' punti *D*, *F*, ma le altre parti o distanze dove son poste le resistenze sono i semidiametri de i cerchi *D C*, *E F*, perché i filamenti sparsi per tutte le superficie de i cerchi è come se tutti si riducessero ne i centri; considerando, dico, tali leve, intenderemo, la resistenza nel centro della base *E F* contro alla forza di *H* esser tanto maggiore della resistenza della base *C D* contro alla forza posta in *G* (e sono le forze in *G* ed *H* di leve uguali *D G*, *F H*), quanto il semidiametro *F E* è maggiore

del semidiametro *D C*. Cresce dunque la resistenza all'esser rotto nel cilindro *B* sopra la resistenza del cilindro *A* secondo amendue le proporzioni de i cerchi *E F*, *D C* e de i lor semidiametri, o vogliam dir diametri: ma la proporzione de i cerchi è doppia di quella de i diametri: adunque la proporzione delle resistenze, che di quelle si compone, è triplicata della proporzione de i medesimi diametri: che è quello che dovevo provare. Ma perché anco i cubi sono in tripla proporzione de i loro lati, possiamo similmente concludere, le resistenze de i cilindri egualmente lunghi esser tra di loro come i cubi de i lor diametri.

Corol. Da questo che si è dimostrato possiamo concludere ancora, le resistenze de i prismi e cilindri egualmente lunghi aver sesquialtera proporzione di quella de gli stessi cilindri. Il che è manifesto: perché i prismi e cilindri egualmente alti hanno fra di loro la medesima proporzione che le lor basi, cioè doppia de i lati o diametri di esse basi; ma le resistenze (come si è dimostrato) hanno triplicata proporzione de i medesimi lati o diametri; adunque la proporzione delle resistenze è sesquialtera della proporzione de gli stessi solidi, ed in consequenza de i pesi de i medesimi solidi.

Simp. Egli è forza che, avanti che si proceda più oltre, io resti sincerato di certa mia difficoltà. E questa è, che sin qui non ho sentito mettere in considerazione cert'altra sorte di resistenza, la quale mi par che venga diminuita ne i solidi secondo che si vanno più e più allungando, e non solo nell'uso trasversale, ma ancora per lo lungo; in quel modo appunto che veggiamo, una corda lunghissima esser molto meno atta a reggere un gran peso, che se fusse corta: onde io credo che una verga di legno o di ferro più peso assai potrà reggere se sarà corta, che se sarà molto lunga; intendendo sempre usata per lo lungo, e non in traverso, ed anco messo in conto il suo proprio peso, che nella più lunga è maggiore.

Salv. Dubito, Sig. Simplicio, che in questo punto voi, con molti altri, v'inganniate, se però ho ben compreso il vostro concetto, sì che voi vogliate dire che una corda lunga, v. g., quaranta braccia non possa sostenere tanto peso, quanto se fusse un braccio o due della medesima corda.

Simp. Cotesto ho voluto dire, e sin qui mi par proposizione assai probabile.

Salv. Ma io l'ho per falsa, non che per improbabile; e credo di potervi assai agevolmente cavar d'errore. Però ponghiamo questa corda *A B*, fermata di sopra dal capo *A*, e dall'altro sia il peso *C*, dalla cui forza debba essa corda essere rotta: assegnatemi voi, Sig. Simplicio, il luogo particolare dove debba seguir la rottura.

Simp. Sia nel luogo *D*.

Salv. Vi domando qual sia la cagione dello strapparsi in *D*.

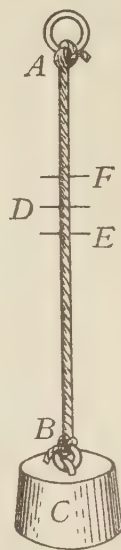
Simp. È la causa di ciò, perché la corda in quella parte non era potente a reggere, v. g., cento libbre di peso, quanto è la parte *D B* con la pietra C.

Salv. Adunque, tutta volta che tal corda nella parte *D* venisse violentata dalle medesime cento libbre di peso, ella lì si strapperebbe.

Simp. Così credo.

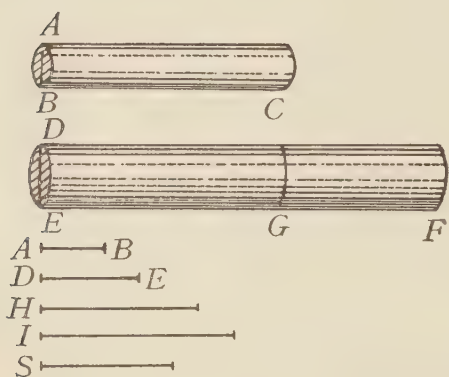
Salv. Ma ditemi ora: chi attaccasse il medesimo peso non al fine della corda *B*, ma vicino al punto *D*, come sarebbe in *E*, o vero legasse la corda non nella altezza *A*, ma più vicina e sopra al punto medesimo *D*, come sarebbe in *F*, ditemi, dico, se il punto *D* sentirebbe il medesimo peso delle cento libbre.

Simp. Sentirebbelo, accompagnando però il pezzo di corda *E B* con la pietra *C*.

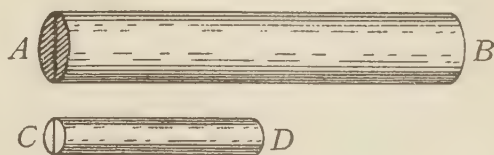
Salv. Se dunque la corda nel punto *D* vien tirata dalle medesime cento libbre di peso, si romperà, per la vostra concessione: e pure la *F E* è un piccol pezzo della lunga *A B*; come dunque volete più dire che la corda lunga sia più debole della corta? Contentatevi dunque d'esser cavato d'un errore nel quale avete auto molti compagni, ed anco per altro molto intelligenti, e seguitiamo innanzi. Ed avendo dimostrato, i prismi e cilindri crescere il lor momento sopra le proprie resistenze secondo i quadrati delle lunghezze loro (mantenendo però sempre la medesima grossezza); e parimente, gli egualmente lunghi, ma differenti in grossezza,

crescer le lor resistenze secondo la proporzione de i cubi de i lati o diametri delle lor basi, passiamo a investigare quello che accaggia a tali solidi differenti in lunghezza e grossezza insieme. Ne i quali io osservo che:

Prop. V

I prismi e cilindri di diversa lunghezza e grossezza hanno le lor resistenze all'esser rotti di proporzione composta della proporzione de i cubi de' diametri delle lor basi e della proporzione delle lor lunghezze permutatamente prese.

Siano tali due cilindri *A B C*, *D E F*: dico, la resistenza del cilindro *A C* alla resistenza del cilindro *D F* aver la proporzione composta della proporzione del cubo del diametro *A B* al cubo del diametro *D E* e della proporzione della lunghezza *E F* alla lunghezza *B C*. Pongasi la *E G* eguale alla *B C*, e delle linee *A B*, *D E* sia terza proporzionale la *H*, e quarta la *I*, e come la *E F* alla *B C* così sia la *I* alla *S*. E perché la resistenza del cilindro *A C* alla resistenza del cilindro *D G* è come il cubo *A B* al cubo *D E*, cioè come la linea *A B* alla linea *I*; e la resistenza del cilindro *D G* alla resistenza del cilindro *D F* come la lunghezza *F E* alla *E G*, cioè come la linea *I* alla *S*; adunque, per l'egual proporzione come la resistenza del cilindro *A C* alla resistenza del cilindro *D F*, così la linea *A B* alla *S*: ma la linea *A B* alla *S* ha la proporzion composta della *A B* alla *I* e della *I* alla *S*: adunque la resistenza del cilindro *A C* alla resistenza del cilindro *D F* ha la proporzion composta della *A B* alla *I*, cioè del cubo di *A B* al cubo di *D E*, e della proporzione della linea *I* alla *S*, cioè della lunghezza *E F* alla lunghezza *B C*: che è quello che intendevo di dimostrare.

Dopo la dimostrata proposizione, voglio che consideriamo quello che accaggia tra i cilindri e prismi simili: de i quali dimostreremo come:

Prop. VI De i cilindri e prismi simili i momenti composti, cioè risultanti dalle lor gravità e dalle loro lunghezze, che sono come leve, hanno tra di loro proporzione sesquialtera di quella che hanno le resistenze delle medesime lor basi.

Per il che dimostrare, segniamo i due cilindri simili *A B*, *C D*: dico, il momento del cilindro *A B* per superare la resistenza della sua base *B*, al momento di *C D* per superare la resistenza della sua *D*, aver sesquialtera proporzione di quella che ha la medesima resistenza della base *B* alla resistenza della base *D*. E perché i momenti de i solidi *A B*, *C D* per superar le resistenze delle lor basi *B*, *D* son composti delle lor gravità e delle forze delle lor leve, e la forza della leva *A B* è eguale alla forza della leva *C D* (e questo perché la lunghezza *A B* al semidiametro della base *B* ha la medesima proporzione, per la similitudine de' cilindri, che la lunghezza *C D* al semidiametro della base *D*), resta che 'l momento totale del cilindro *A B* al momento totale di *C D* sia come la sola gravità del cilindro *A B* alla sola gravità del cilindro *C D*, cioè come l'istesso cilindro *A B* all'istesso *C D*; ma questi sono in triplicata proporzione de i diametri delle basi loro *B*, *D*; e le resistenze delle medesime basi, essendo tra di loro come l'istesse basi, sono, in consequenza, in duplicata proporzione de i medesimi loro diametri: adunque i momenti de i cilindri son in sesquialtera proporzione delle resistenze delle basi loro.

Simp. Questa proposizione mi è veramente giunta non solamente nuova, ma inaspettata, e nel primo aspetto assai remota dal giudizio che io ne averei conietturalmente fatto: imperò che, essendo tali figure in tutto 'l restante simili, arei tenuto per fermo che anco i momenti loro verso le proprie resistenze avessero ritenuta la medesima proporzione.

Sagr. Questa è la dimostrazione di quella proposizione, che nel principio de' nostri ragionamenti dissi parermi di scorger per ombra.

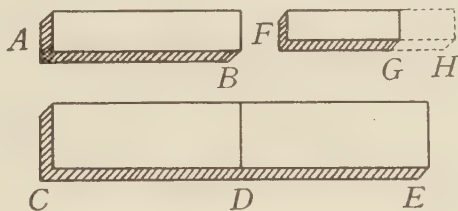
Salv. Quello che ora accade al Sig. Simplicio, avvenne per alcun tempo a me, credendo che le resistenze di solidi simili fusser simili, sin che certa, né anco molto fissa o accurata, osservazione mi pareva rappresentarmi, ne i solidi simili non mantenersi un tenore eguale nelle loro robustezze, ma i maggiori esser meno atti a patire gl'incontri violenti, come rimaner più offesi dalle cadute gli uomini grandi che i piccoli fanciulli; e, come da principio dicevamo, cadendo dalla medesima altezza vedesi andare in pezzi una gran trave o una colonna, ma non così un piccolo corrente o un piccol cilindro di marmo. Questa tal quale osservazione mi destò la mente all'investigazione di quello che ora son per dimostrarvi: proprietà veramente ammirabile, poiché tra le infinite figure solide simili tra di loro, pur due non ve ne sono, i momenti delle quali verso le proprie resistenze ritenghino la medesima proporzione.

Simp. Ora mi fate sovvenire non so che, posto da Aristotele tra le sue Quistioni Mecaniche, mentre vuol render la ragione onde avvenga che i legni, quanto piú son lunghi, tanto più son deboli e più si piegano, ben che i più corti sieno più sottili, e i lunghi più grossi; e se io ben mi ricordo, ne riduce la ragione alla semplice leva.

Salv. È verissimo: e perché la soluzione non par che tolga interamente la ragion del dubitare, Monsig. di Guevara [7], il quale veramente con i suoi dottissimi comentarii ha altamente nobilitata e illustrata quell'opera, si estende con altre più acute specolazioni per sciorre tutte le difficoltà, restando però esso ancora perplesso in questo punto, se crescendosi con la medesima proporzione le lunghezze e le grossezze di tali solide figure, si deva mantenere l'istesso tenore nelle loro robustezze e resistenze nell'esser rotte ed anco nel piegarsi. Io, dopo un lungo pensarvi, ho in questa materia ritrovato quello che seguentemente son per apportarvi. E prima dimostrerò che:

[7] Cfr. p. 591, n. 9.

Prop. VII De i prismi o cilindri simili gravi, un solo e unico è quello che si riduce (gravato dal proprio peso) all'ultimo stato tra lo spezzarsi e 'l sostenersi intero: sì che ogni maggiore, come impotente a resistere al proprio peso, si romperà; e ogni minore resiste a qualche forza che gli venga fatta per romperlo.

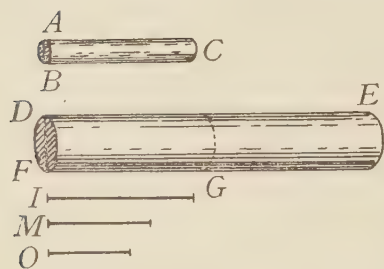
Sia il prisma grave *A B* ridotto alla somma lunghezza di sua consistenza, sì che allungato un minimo di più si rompesse: dico, questo esser unico tra tutti i suoi simili (che pur sono infiniti); atto ad esser ridotto in tale stato ancipite; sì che ogni maggiore, oppresso dal proprio peso, si spezzerà, ed ogni minore no, anzi potrà resistere a qualche aggravio di nuova violenza, oltre a quella del proprio peso. Sia prima il prisma *C E*, simile e maggiore di *A B*: dico, questo non poter consistere, ma rompersi, superato dalla propria gravità. Pongasi la parte *C D* lunga quanto *A B*: e perché la resistenza di *C D* a quella di *A B* è come il cubo della grossezza di *C D* al cubo della grossezza di *A B*, cioè come il prisma *C E* al prisma *A B* (essendo simili), adunque il peso di *C E* è il sommo che possa esser sostenuto nella lunghezza del prisma *C D*; ma la lunghezza *C E* è maggiore; adunque il prisma *C E* si romperà. Ma sia *F G* minore: si dimostrerà similmente (posta *F H* eguale alla *B A*), la resistenza di *F G* a quella di *A B* esser come il prisma *F G* al prisma *A B*, quando la distanza *A B*, cioè *F H*, fusse eguale alla *F G*; ma è maggiore; adunque il momento del prisma *F G* posto in *G* non basta per romper il prisma *F G*.

Sagr. Chiarissima e breve dimostrazione, concludente la verità e necessità di una proposizione che, nel primo aspetto, sembra assai remota dal verisimile. Bisognerebbe dunque alterare assai la proporzione tra la lunghezza e la grossezza del prisma maggiore, con l'ingrossarlo o scorciarlo, acciò si riducesse allo stato ancipite tra 'l reggersi e lo spez-

zarsi; e l'investigazione di tale stato penso che potesse esser altrettanto ingegnosa.

Salv. Anzi più presto d'avvantaggio, come anco più laboriosa; ed io lo so, che vi spesi non piccol tempo per ritrovarla, ed ora voglio participarvela.

Prop. VIII

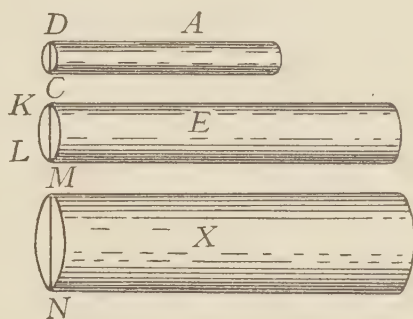
Dato dunque un cilindro o prisma di massima lunghezza da non esser dal suo proprio peso spezzato, e data una lunghezza maggiore, trovar la grossezza d'un altro cilindro o prisma che sotto la data lunghezza sia l'unico e massimo resistente al proprio peso.

Sia il cilindro *B C* massimo resistente al proprio peso, e sia la *D E* lunghezza maggiore della *A C*: bisogna trovare la grossezza del cilindro che sotto la lunghezza *D E* sia il massimo resistente al proprio peso. Sia delle lunghezze *D E*, *A C* terza proporzionale *I*, e come *D E* ad *I*, così sia il diametro *F D* al diametro *B A*, e facciasi il cilindro *F E*; dico, questo esser il massimo ed unico, tra tutti i suoi simili, resistente al proprio peso. Delle linee *D E*, *I* sia terza proporzionale *M*, e quarta *O*, e pongasi *F G* eguale alla *A C*: e perché il diametro *F D* al diametro *A B* è come la linea *D E* alla *I*, e delle *D E*, *I* la *O* è quarta proporzionale, il cubo di *F D* al cubo di *B A* sarà come la *D E* alla *O*; ma come il cubo di *F D* al cubo di *B A*, così è la resistenza del cilindro *D G* alla resistenza del cilindro *B C*; adunque la resistenza del cilindro *D G* a quella del cilindro *B C* è come la linea *D E* alla *O*. E perché il momento del cilindro *B C* è eguale alla sua resistenza, se si mostrerà, il momento del cilindro *F E* al momento del cilindro *B C* esser come la resistenza *D F* alla resistenza *B A*, cioè come il cubo di *F D* al cubo di *B A*, cioè come la linea *D E* alla *O*, aremo l'intento, cioè il momento del cilindro *F E* esser eguale alla resistenza posta in *F D*. Il momento del cilindro *F E* al momento del cilindro *D G* è come il quadrato della *D E* al quadrato della *A C*, cioè come la linea *D E* alla *I*; ma il

momento del cilindro *D G* al momento del cilindro *B C* è come il quadrato *D F* al quadrato *B A*, cioè come il quadrato di *D E* al quadrato della *I*, cioè come il quadrato della *I* al quadrato della *M*, cioè come la *I* alla *O*; adunque, per l'egual proporzione, come il momento del cilindro *F E* al momento del cilindro *B C*, così è la linea *D E* alla *O*, cioè il cubo *D F* al cubo *B A*, cioè la resistenza della base *D F* alla resistenza della base *B A*: che è quello che si cercava.

Sagr. Questa, Sig. Salviati, è una lunga dimostrazione, e molto difficile a ritenersi a memoria per sentirla una sola volta; onde io vorrei che V. S. si contentasse di replicarla di nuovo.

Salv. Farò quanto V. S. comanda; ma forse sarebbe meglio arrecarne una più speditiva e breve: ma converrà fare una figura alquanto diversa.

Sagr. Maggiore sarà il favore; e la già dichiarata mi farà grazia darmela scritta, acciò a mio bell'agio possa ristudiarla.

Salv. Non mancherò di servirla. Ora intendiamo un cilindro *A*, il diametro della cui base sia la linea *D C*, e sia questo *A* il massimo che possa sostenersi; del quale vogliamo trovare un maggiore, che pur sia il massimo esso ancora ed unico che si sostenga. Intendiamone un simile ad esso *A* e lungo quanto la linea assegnata, e questo sia, v. g., *E*, il diametro della cui base sia la *K L*, e delle due linee *D C*, *K L* sia terza proporzionale la *M N*, che sia diametro della base del cilindro *X*, di lunghezza eguale all'*E*: dico, questo *X* esser quello che cerchiamo. E perché la resistenza *D C* alla resistenza *K L* è come il quadrato *D C* al quadrato *K L*, cioè come il quadrato *K L* al quadrato *M N*, cioè come il cilindro *E* al cilindro *X*, cioè come il momento *E* al momento *X*; ma la resistenza *K L* alla *M N* è come il cubo di *K L* al cubo di *M N*, cioè come il cubo *D C* al cubo *K L*, cioè come il cilindro *A* al cilindro *E*, cioè come il momento

A al momento *E*; adunque, per l'analogia perturbata, come la resistenza *D C* alla *M N*, così il momento *A* al momento *X*: adunque il prisma *X* è nella medesima costituzione di momento e resistenza che il prisma *A*.

Ma voglio che facciamo il problema più generale; e la proposizione sia questa:

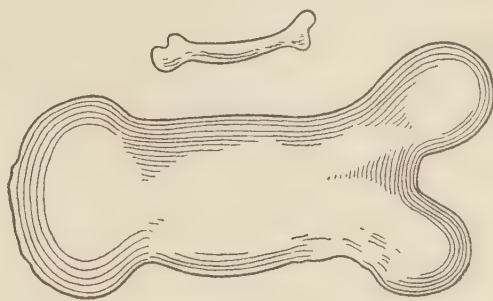
> Dato il cilindro *A C*, qualunque si sia il suo momento verso la sua resistenza, e data qual si sia lunghezza *D E*, trovar la grossezza del cilindro, la cui lunghezza sia *D E*, e 'l suo momento verso la sua resistenza ritenga la medesima proporzione che il momento del cilindro *A C* alla sua.

Ripresa l'istessa figura di sopra e quasi l'istesso progresso, diremo: perché il momento del cilindro *F E* al momento della parte *D G* ha la medesima proporzione che il quadrato *E D* al quadrato *F G*, cioè che la linea *D E* alla *I*; ed il momento del cilindro *F G* al momento del cilindro *A C* è come il quadrato *F D* al quadrato *A B*, cioè come il quadrato *D E* al quadrato *I*, cioè come il quadrato *I* al quadrato *M*, cioè come la linea *I* alla *O*; adunque *ex æquali*, il momento del cilindro *F E* al momento del cilindro *A C* ha la medesima proporzione della linea *D E* alla *O*, cioè del cubo *D E* al cubo *I*, cioè del cubo di *F D* al cubo di *A B*, cioè della resistenza della base *F D* alla resistenza della base *A B*: ch'è quello che si doveva fare.

Or vegghino come dalle cose sin qui dimostrate apertamente si raccoglie l'impossibilità del poter non solamente l'arte, ma la natura stessa, crescer le sue macchine a vastità immensa: sì che impossibil sarebbe fabbricar navilii, palazzi o templi vastissimi, li cui remi, antenne, travamenti, catene di ferro, ed in somma le altre lor parti, consistessero; come anco non potrebbe la natura far alberi di smisurata grandezza, poiché i rami loro, gravati dal proprio peso, finalmente si fiaccherebbero; e parimente sarebbe impossibile far strutture di ossa per uomini, cavalli o altri animali, che potessero sussistere e far proporzionatamente gli uffizii loro, mentre tali animali si dovesser agumentare ad altezze immense, se già non si togliesse materia molto più dura e

resistente della consueta, o non si deformassero tali ossi, sproporzionatamente ingrossandogli, onde poi la figura ed aspetto dell'animale ne riuscisse mostruosamente grosso: il che forse fu avvertito dal mio accortissimo Poeta, mentre descrivendo un grandissimo gigante disse:

> Non si può compatir quanto sia lungo,
> Sì smisuratamente è tutto grosso[8].

E per un breve esempio di questo che dico, disegnai già la figura di un osso allungato solamente tre volte, ed ingrossato con tal proporzione, che potesse nel suo animale grande far l'uffizio proporzionato a quel dell'osso minore nell'animal più piccolo, e le figure son queste: dove vedete sproporzionata figura che diviene quella dell'osso ingrandito. Dal che è manifesto, che chi volesse mantener in un vastissimo gigante le proporzioni che hanno le membra in un uomo ordinario, bisognerebbe o trovar materia molto più dura e resistente, per formarne l'ossa, o vero ammettere che la robustezza sua fusse a proporzione assai più fiacca che ne gli uomini di statura mediocre; altrimente, crescendogli a smisurata altezza, si vedrebbono dal proprio peso opprimere e cadere. Dove che, all'incontro, si vede, nel diminuire i corpi non si diminuir con la medesima proporzione le forze, anzi ne i minimi crescer la gagliardia con proporzion maggiore: onde io credo che un piccolo cane porterebbe addosso due o tre cani eguali a sé, ma non penso già che un cavallo portasse né anco un solo cavallo, a se stesso eguale.

Simp. Ma se così è, grand'occasione mi danno di dubitare le moli immense che vediamo ne i pesci; ché tal balena, per quanto intendo, sarà grande per dieci elefanti; e pur si sostengono.

[8] L. Ariosto, *Orlando furioso*, XVII, 30.

Salv. Il vostro dubbio, Sig. Simplicio, mi fa accorgere d'una condizione da me non avvertita prima, potente essa ancora a far che giganti ed altri animali vastissimi potessero consistere e agitarsi non meno che i minori: e ciò seguirebbe quando non solo si aggiugnesse gagliardia all'ossa ed al-l'altre parti, offizio delle quali è il sostener il proprio e 'l sopravegnente peso; ma, lasciata la struttura delle ossa con le medesime proporzioni, pur nell'istesso modo, anzi più agevolmente, consisterebbono le medesime fabbriche quando con tal proporzione si diminuisse la gravità della materia delle medesime ossa, e quella della carne o di altro che sopra l'ossa si abbia ad appoggiare. E di questo secondo artifizio si è prevalsa la natura nella fabbrica de i pesci, facendogli le ossa e le polpe non solamente assai leggiere, ma senza veruna gravità.

Simp. Veggo bene, Sig. Salviati, dove tende il vostro discorso: voi volete dire, che per esser l'abitazione de i pesci l'elemento dell'acqua, la quale per la sua corpulenza, o, come altri vogliono, per la sua gravità, scema il peso a i corpi che in quella si demergono, per tal ragione la materia de i pesci, non pesando, può senza aggravio dell'ossa loro esser sostenuta. Ma questo non basta; perché quando bene il resto della sustanza del pesce non graviti, grava però senza dubbio la materia dell'ossa loro. E chi dirà che una costola di balena, grande quanto una trave, non pesi assaissimo, e nell'acqua non vadia al fondo? Queste dunque non deveriano poter sussistere in sì vasta mole.

Salv. Voi acutamente opponete: e per risposta al vostro dubbio, ditemi se avete osservato stare i pesci, quando piace loro, sott'acqua immobili, e non descendere verso 'l fondo o sollevarsi alla superficie senza far qualche forza col nuoto?

Simp. Questa è chiarissima osservazione.

Salv. Questo, dunque, potersi i pesci fermare come immobili a mezz'acqua è concludentissimo argomento, il composto della lor mole corporea agguagliar la gravità in spezie dell'acqua; sì che se in esso si trovano alcune parti più gravi dell'acqua, necessariamente bisogna che ve ne siano altre

altrettanto men gravi, acciò si possa pareggiar l'equilibrio. Se dunque le ossa son più gravi, è necessario che le polpe, o altre materie che vi siano, sien più leggiere, e queste si opporranno con la lor leggerezza al peso dell'ossa: talché ne gli acquatici avverrà l'opposito di quel che accade ne gli animali terrestri, cioè che in questi tocchi all'ossa a sostenere il peso proprio e quel della carne, e in quelli la carne regga la gravezza propria e quella dell'ossa. E però deve cessar la maraviglia, come nell'acqua possano essere animali vastissimi, ma non sopra la terra, cioè nell'aria.

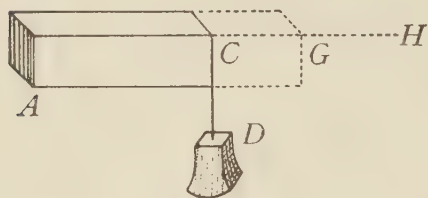
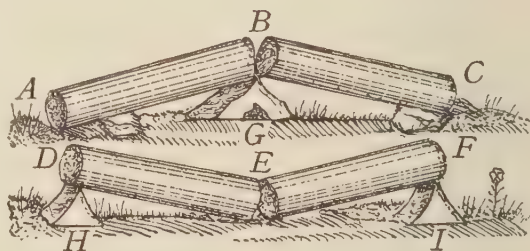
Simp. Resto appagato; e di più noto che questi, che noi addimandiamo animali terrestri, più ragionevolmente si devrebbero dimandar aerei, perché nell'aria veramente vivono, e dall'aria son circondati e dell'aria respirano.

Sagr. Piacemi il discorso del Sig. Simplicio, col suo dubbio e con la soluzione: e di più comprendo assai facilmente che uno di questi smisurati pesci, tirato in terra, forse non si potrebbe per lungo tempo sostenere, ma che, relassate le attaccature dell'ossa, la sua mole si ammaccherebbe.

Salv. Io per ora inclino a creder l'istesso; né son lontano a credere che 'l medesimo avverrebbe a quel vastissimo navilio il quale, galleggiando in mare, non si dissolve per il peso e carico di tante merci ed armamenti, che in secco e circondato dall'aria forse si aprirebbe. Ma seguitiamo la nostra materia, e dimostriamo come:

> Dato un prisma o cilindro col suo peso, ed il peso massimo sostenuto da esso, si possa trovare la massima lunghezza, oltre alla quale prolungato, dal solo suo proprio peso si romperebbe.

Sia dato il prisma $A C$ col suo proprio peso, e dato parimente il peso D, massimo da poter esser sostenuto dall'estremità C: bisogna trovare la lunghezza massima sino alla quale si possa allungare il detto prisma senza rompersi. Facciasi, come il peso del prisma $A C$ al composto de i pesi $A C$ col doppio del peso di D, così la lunghezza $E A$ alla $A H$, tra le quali sia media proporzionale la $A G$: dico, $A G$ esser la lunghezza cercata. Imperò che il momento gravante del peso D in C è eguale al momento del peso

doppio di *D* che fusse posto nel mezo di *A C*, dove è anco il centro del momento del prisma *A C*; il momento dunque della resistenza del prisma *A C*, che sta in *A*, equivale al gravante del doppio del peso *D* col peso *A C*, attaccati però nel mezo di *A C*. E perché viene ad essersi fatto, come 'l momento di detti pesi così situati, cioè del doppio *D* con *A C*, al momento di *A C*, così la *H A* alla *A C*, tra le quali è media la *A G*, adunque il momento del doppio *D* col momento *A C* al momento *A C* è come il quadrato *G A* al quadrato *A C*: ma il momento premente del prisma *G A* al momento di *A C* è come il quadrato *G A* al quadrato *A C*: adunque la lunghezza *A G* è la massima che si cercava, cioè quella sino alla quale allungandosi il prisma *A C* si sosterrebbe, ma più oltre si spezzerebbe.

Sin qui si son considerati i momenti e le resistenze de i prismi e cilindri solidi, l'una estremità de i quali sia posta immobile, e solo nell'altra sia applicata la forza di un peso premente, considerandolo esso solo, o ver congiunto con la gravità del medesimo solido, o veramente la sola gravità dell'istesso solido: ora voglio che discorriamo alquanto de i medesimi prismi e cilindri quando fussero sostenuti da amendue l'estremità, o vero che sopra un sol punto, preso tra le estremità, fusser posati. E prima dico, che il cilindro che gravato dal proprio peso sarà ridotto alla massima lunghezza, oltre alla quale più non si sosterrebbe, o sia retto nel mezo da un solo sostegno o vero da due nelle estremità, potrà esser lungo il doppio di quello che sarebbe, fitto nel muro, cioè sostenuto in un sol termine. Il che per se stesso è assai manifesto: perché se intenderemo, del cilindro che io segno *A B C*, la sua metà *A B* esser la somma lunghezza potente a sostenersi stando fissa nel termine *B*,

nell'istesso modo si sosterrà se, posata sopra 'l sostegno *G*, sarà contrappesata dall'altra sua metà *B C*. E similmente, se del cilindro *D E F* la lunghezza sarà tale, che solamente la sua metà potesse sostenersi fissa nel termine *D*, ed in consequenza l'altra *E F* fissa nel termine *F*, è manifesto che posti i sostegni *H*, *I* sotto l'estremità *D*, *F*, ogni momento che si aggiunga di forza o di peso in *E*, quivi si farà la rottura.

Quello che ricerca più sottile specolazione è quando, astraendo dalla gravità di tali solidi, ci fusse proposto di dovere investigare se quella forza o peso che, applicato al mezo d'un cilindro sostenuto nelle estremità, basterebbe a romperlo, potrebbe far l'istesso effetto applicato in qualsivoglia altro luogo, più vicino all'una che all'altra estremità: come, per esempio, se volendo noi rompere una mazza, presola con le mani nell'estremità ed appuntato il ginocchio in mezo, l'istessa forza che basterebbe usare per romperla in tal modo, basterebbe ancora quando il ginocchio si puntasse non nel mezzo, ma più vicino all'un de gli estremi.

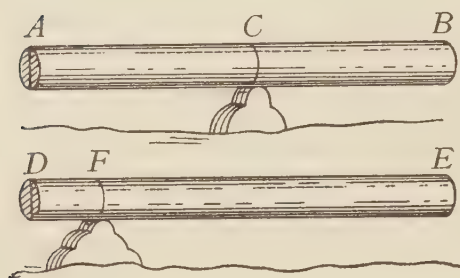
Sagr. Parmi che 'l problema sia toccato da Aristotele nelle sue Questioni Mecaniche.

Salv. Il quesito d'Aristotele non è precisamente l'istesso, perché ei non cerca altro, se non di render la ragione perché manco fatica si ricerchi a romperlo tenendo le mani nell'estremità del legno, cioè remote assai dal ginocchio, che se le tenessimo vicine: e ne rende una ragione generale, riducendo la causa alle leve più lunghe, quando s'allargano le braccia afferrando l'estremità. Il nostro quesito aggiugne qualche cosa di più, ricercando se, posto il ginocchio nel mezo o in altro luogo, tenendo pur le mani sempre nell'estremità, la medesima forza serva in tutti i siti.

Sagr. Nella prima apprensione parrebbe di sì, atteso che le due leve mantengono in certo modo il medesimo momento, mentre che, quanto si scorcia l'una, tanto s'allunga l'altra.

Salv. Or vedete quanto sono in pronto l'equivocazioni, e con quanta cautela e circospezione convien andare per non v'incorrere. Cotesto che voi dite, e che veramente nel primo aspetto ha tanto del verisimile, in ristretto poi è

tanto falso, che quando il ginocchio, che è il fulcimento delle due leve, sia posto o non posto nel mezo, fa tal diversità, che di quella forza che basterebbe per far la frazzione nel mezo, dovendola fare in qualche altro luogo, tal volta non basterà l'applicarvene quattro volte tanto, né dieci, né cento, né mille. Faremo sopra ciò una tal quale considerazion generale, e poi verremo alla specifica determinazione della proporzione secondo la quale si vanno variando le forze per far la frazzione più in un punto che in un altro.

Segniamo prima questo legno *A B*, da rompersi nel mezo sopra 'l sostegno *C*, ed appresso segniamo l'istesso, ma sotto i caratteri *D E*, da rompersi sopra 'l sostegno *F*, remoto dal mezo. Prima, è manifesto che sendo le distanze *A C*, *C B* eguali, la forza sarà compartita egualmente nelle estremità *B*, *A*. Secondo, poi che la distanza *D F* diminuisce dalla distanza *A C*, il momento della forza posta in *D* sciema dal momento in *A*, cioè posto nella distanza *C A*, e sciema secondo la proporzione della linea *D F* alla *A C*, ed in consequenza bisogna crescerlo per pareggiare o superar la resistenza di *F*: ma la distanza *D F* si può diminuire in infinito in relazione alla distanza *A C*: adunque bisogna poter crescere in infinito la forza da applicarsi in *D* per pareggiar la resistenza in *F*. Ma all'incontro, secondo che cresce la distanza *F E* sopra la *C B*, convien diminuire la forza in *E* per pareggiare la resistenza in *F*: ma la distanza *F E* in relazione alla *C B* non si può crescere in infinito col ritirar il sostegno *F* verso il termine *D*, anzi né anco il doppio: adunque la forza in *E* per pareggiare la resistenza in *F* sarà sempre più che la metà della forza in *B*. Comprendesi dunque la necessità del doversi agumentare i momenti del congiunto delle forze in *E*, *D* infinitamente per pareggiare o superar la resistenza posta in *F*, secondo che il sostegno *F* s'andrà approssimando verso l'estremità *D*.

Sagr. Che diremo, Sig. Simplicio? non convien egli confessare, la virtù della geometria esser il più potente strumento d'ogni altro per acuir l'ingegno e disporlo al perfettamente discorrere e specolare? e che con gran ragione voleva Platone i suoi scolari prima ben fondati nelle matematiche? Io benissimo avevo compreso la facultà della leva, e come crescendo o sciemando la sua lunghezza, cresceva o calava il momento della forza e della resistenza; con tutto ciò nella determinazione del presente problema m'ingannavo, e non di poco, ma d'infinito.

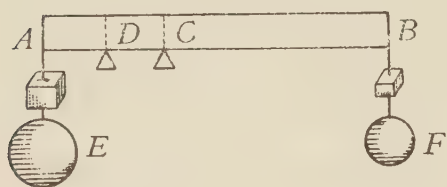
Simp. Veramente comincio a comprendere che la logica, benché strumento prestantissimo per regolare il nostro discorso, non arriva, quanto al destar la mente all'invenzione, all'acutezza della geometria.

Sagr. A me pare che la logica insegni a conoscere se i discorsi e le dimostrazioni già fatte e trovate procedano concludentemente; ma che ella insegni a trovare i discorsi e le dimostrazioni concludenti, ciò veramente non credo io. Ma sarà meglio che il Sig. Salviati ci mostri secondo qual proporzione vadian crescendo i momenti delle forze per superar la resistenza del medesimo legno secondo i luoghi diversi della rottura.

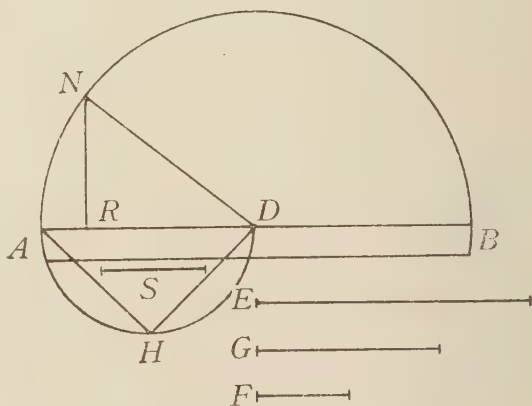
Salv. La proporzione, che ricercate, procede in cotal forma, che:

> Se nella lunghezza d'un cilindro si noteranno due luoghi sopra i quali si voglia far la frazzione di esso cilindro, le resistenze di detti due luoghi hanno fra di loro la medesima proporzione che i rettangoli fatti dalle distanze di essi luoghi contrariamente presi.

Siano le forze *A*, *B* minime per rompere in *C*, e le *E*, *F* parimente le minime per rompere in *D*: dico, le forze *A*, *B* alle forze *E*, *F* aver la proporzion medesima che ha il rettangolo *A D B* al rettangolo *A C B*. Imperò che le forze *A*, *B* alle forze *E*, *F* hanno la proporzion composta delle forze *A*, *B* alla forza *B*, della *B* alla *F*, e della *F* alle *F*, *E*: ma come le forze *A*, *B* alla forza *B*, così sta la lunghezza *B A* ad *A C*; e come la forza *B* alla *F*, così sta la linea *D B* alla *B C*; e come la forza *F* alle *F*, *E*, così sta

la linea *D A* alla *A B*: adunque le forze *A*, *B* alle forze *E*, *F* hanno la proporzion composta delle tre, cioè della retta *B A* ad *A C*, della *D B* a *B C*, e della *D A* ad *A B*. Ma delle due *D A* ad *A B*, ed *A B* ad *A C*, si compone la proporzione della *D A* ad *A C*; adunque le forze *A*, *B* alle forze *E*, *F* hanno la proporzion composta di questa *D A* ad *A C* e dell'altra *D B* a *B C*. Ma il rettangolo *A D B* al rettangolo *A C B* ha la proporzion composta delle medesime *D A* ad *A C* e *D B* a *B C*: adunque le forze *A* , *B* alle *E*, *F* stanno come il rettangolo *A D B* al rettangolo *A C B*: che è quanto a dire, la resistenza in *C* ad essere spezzato alla resistenza ad esser rotto in *D* aver la medesima proporzione che il rettangolo *A D B* al rettandolo *A C B*: che è quello che si doveva provare.

In consequenza di questo teorema possiamo risolvere un problema assai curioso; ed è:

> Dato il peso massimo retto dal mezo di un cilindro o prisma, dove la resistenza è minima, e dato un peso maggior di quello, trovare nel detto cilindro il punto nel quale il dato peso maggiore sia retto come peso massimo.

Abbia il dato peso, maggiore del peso massimo retto dal mezo del cilindro *A B*, ad esso massimo la proporzione della linea *E* alla *F*: bisogna trovare il punto nel cilindro dal quale il dato peso venga sostenuto come massimo. Tra le due *E*, *F* sia media proporzionale la *G*, e come la *E* alla *G*, così si faccia la *A D* alla *S*: sarà la *S* minore della *A D*. Sia *A D* diametro del mezo cerchio *A H D*, nel quale pongasi la *A H* eguale alla *S*, e congiungasi *H D*, e ad essa si tagli eguale la *D R*: dico, il punto *R* essere il cercato, dal

quale il dato peso, maggiore del massimo retto dal mezo del cilindro *D*, verrebbe come massimo retto. Sopra la lunghezza *B A* facciasi il mezo cerchio *A N B*, e si alzi la perpendicolare *R N*, e congiungasi *N D*: e perché i due quadrati *N R*, *R D* sono eguali al quadrato *N D*, cioè al quadrato *A D*, cioè alli due *A H*, *H D*, e l'*H D* è eguale al quadrato *D R*, adunque il quadrato *N R*, cioè il rettangolo *A R B*, sarà eguale al quadrato *A H*, cioè al quadrato *S*; ma il quadrato *S* al quadrato *A D* è come la *F* alla *E*, cioè come il peso massimo retto in *D* al dato peso maggiore; adunque questo maggiore sarà retto in *R* come il massimo che vi possa esser sostenuto: che è quello che si cercava.

Sagr. Intendo benissimo: e vo considerando che, essendo il prisma *A B* sempre più gagliardo e resistente alla pressione nelle parti che più e più si allontanano dal mezo, nelle travi grandissime e gravi se ne potrebbe levar non piccola parte verso l'estremità, con notabile alleggerimento di peso, che ne i travamenti di grandi stanze sarebbe di commodo ed utile non piccolo. E bella cosa sarebbe il ritrovar quale figura devrebbe aver quel tal solido che in tutte le sue parti fusse egualmente resistente, tal che non più facile fusse ad esser rotto da un peso che lo premesse nel mezo, che in qualsivoglia altro luogo.

Salv. Già ero in procinto di dirvi cosa assai notabile e vaga in questo proposito. Fo un poco di figura per meglio dichiararmi. Questo *D B* è un prisma, la cui resistenza ad essere spezzato nell'estremità *A D* da una forza premente nel termine *B* è tanto minore della resistenza che si troverebbe nel luogo *C I*, quanto la lunghezza *C B* è minore della *B A*, come già si è dimostrato [9]. Intendasi adesso il mede-

[9] Le resistenze qui sarebbero inversamente proporzionali alla lunghezza. Il Viviani ebbe qui ad osservare: « È falsa così pronunziata: le resistenze del medesimo prisma o cilindro fitti nel muro, considerati senza peso, sono fra loro come i pesi attaccati alle estremità che siano bastanti a spezzargli, i quali pesi hanno fra loro la proporzion reciproca delle lunghezze fuori del muro. Vera così: gli equivalenti la medesima resistenza assoluta di un cilindro o prisma senza peso, fitti nel muro, da diverse lunghezze, hanno proporzione reciproca delle lunghezze ».

simo prisma segato diagonalmente secondo la linea *F B*, sì che le faccie opposte siano due triangoli, uno de i quali, verso noi, è questo *F A B*: ottiene tal solido contraria natura del prisma, cioè che meno resiste all'essere spezzato sopra 'l termine *C* che sopra l'*A* dalla forza posta in *B*, quanto la lunghezza *C B* è minore della *B A*. Il che facilmente proveremo: perché intendendo il taglio *C N O* parallelo all'altro *A F D*, la linea *F A* alla *C N* nel triangolo *F A B* arà la medesima proporzione che la linea *A B* alla *B C*; e però se noi intenderemo, ne i punti *A*, *C* esser i sostegni di due leve, le cui distanze *B A*, *A F*, *B C*, *C N*, queste saranno simili; e però quel momento che ha la forza posta in *B* con la distanza *B A* sopra la resistenza posta nella distanza *A F*, l'arà la medesima forza in *B* con la distanza *B C* sopra la medesima resistenza che fusse posta nella distanza *C N*: ma la resistenza da superarsi nel sostegno *C*, posta nella distanza *C N*, dalla forza in *B*, è minore della resistenza in *A* tanto, quanto il rettangolo *C O* è minore del rettangolo *A D*, cioè quanto la linea *C N* è minore della *A F*, cioè la *C B* della *B A*: adunque la resistenza della parte *O C B* ad esser rotto in *C* è tanto minore della resistenza dell'intero *D A B* ad esser rotto in *A*, quanto la lunghezza *C B* è minore della *A B*. Aviamo dunque nel trave o prisma *D B* levatone una parte, cioè la metà, segandolo diagonalmente, e lasciato il cuneo o prisma triangolare *F B A*; e sono due solidi di condizioni contrarie, cioè quello tanto più resiste quanto più si scorcia, e questo nello scorciarsi perde altrettanto di robustezza. Ora, stante questo, par ben ragionevole, anzi pur necessario, che se gli possa dare un taglio, per il quale, togliendo via il superfluo, rimanga un solido di figura tale, che in tutte le sue parti sia egualmente resistente.

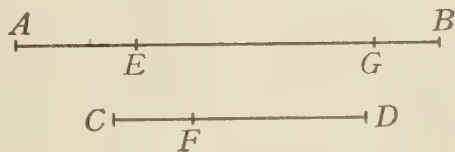
Simp. È ben necessario che dove si passa dal maggiore al minore, s'incontri ancora l'eguale.

Sagr. Ma il punto sta ora a trovar come si ha guidar la sega per far questo taglio.

Simp. Questo mi si rappresenta che dovrebbe esser opera assai facile; perché, se col segar il prisma diagonalmente, levandone la metà, la figura che resta ritien contraria natura a quella del prisma intero, sì che in tutti i luoghi ne i quali questo acquistava robustezza, quello altrettanto la perdeva, parmi che tenendo la via del mezo, cioè levando solamente la metà di quella metà, che è la quarta parte del tutto, la rimanente figura non guadagnerà né perderà robustezza in tutti quei medesimi luoghi ne i quali la perdita e il guadagno dell'altre due figure erano sempre eguali.

Salv. Voi, Sig. Simplicio, non avete dato nel segno: e sì come io vi mostrerò, vedrete veramente che quello che si può segar del prisma e levar via senza indebolirlo, non è la sua quarta parte, ma la terza. Ora resta (che è quello che accennava il Sig. Sagredo) il ritrovar secondo che linea si deve far camminar la sega: la quale proverò che deve esser linea parabolica. Ma prima è necessario dimostrare certo lemma, che è tale:

> Se saranno due libre o leve, divise da i loro sostegni in modo, che le due distanze dove si hanno a costituire le potenze, abbiano tra di loro doppia proporzione delle distanze dove saranno le resistenze, le quali resistenze siano tra loro come le lor distanze, le potenze sostenenti saranno eguali.

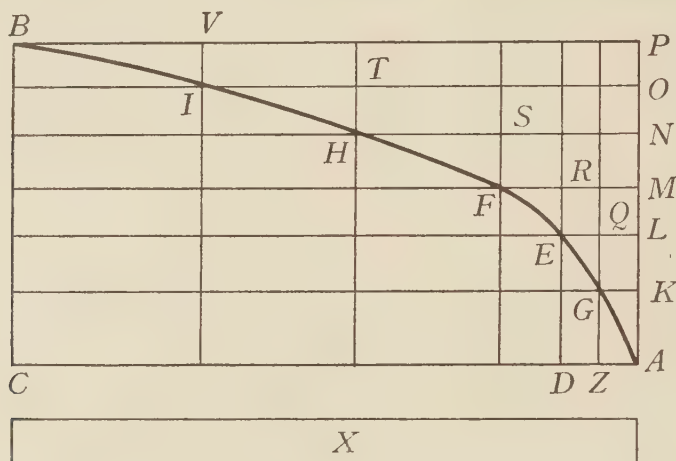
Siano due leve $A B$, $C D$, divise sopra i lor sostegni E, F talmente, che la distanza $E B$ alla $F D$ abbia doppia proporzione di quella che ha la distanza $E A$ alla $F C$; ed intendansi in A, C resistenze tra di loro nella proporzione di $E A$, $F C$: dico, le potenze che in B, D sosterranno le resistenze di A, C esser tra loro eguali. Pongasi la $E G$ media proporzionale tra $E B$ e $F D$: sarà dunque come $B E$ ed $E G$, così $G E$ ad $F D$ ed $A E$ a $C F$; e così si è posto esser la resistenza di A alla resistenza di C. E perché come $E G$ ad $F D$, così $A E$ a $C F$, sarà,

permutando, come *G E* ad *E A* così *D F* ad *F C*; e però (per esser le due leve *D C*, *G A* divise proporzionalmente ne i punti *F*, *E*) quando la potenza che posta in *D* pareggia la resistenza di *C*, fusse in *G*, pareggerebbe la medesima resistenza di *C* posta in *A*: ma, per il dato, la resistenza di *C* ha la medesima proporzione che la *A E* alla *C F*, cioè che la *B E* alla *E G*: adunque la potenza *G*, o vogliam dire *D*, posta in *B*, sosterrà la resistenza posta in *A*: che è quello che si doveva provare.

Inteso questo, nella faccia *F B* del prisma *D B* sia segnata la linea parabolica *F N B*, il cui vertice *B*, secondo la quale sia segato esso prisma, restando il solido compreso dalla base *A D*, dal piano rettangolo *A G*, dalla linea retta *B G* e dalla superficie *D G B F*, incurvata secondo la curvità della linea parabolica *F N B*: dico, tal solido esser per tutto egualmente resistente. Sia segato dal piano *C O*, parallelo all'*A D*, e intendansi due leve divise e posate sopra i sostegni *A*, *C*, e siano dell'una le distanze *B A*, *A F*, e dell'altra le *B C*, *C N*. E perché nella parabola *F B A* la *A B* alla *B C* sta come il quadrato della *F A* al quadrato di *C N*, è manifesto, la distanza *B A* dell'una leva alla distanza *B C* dell'altra aver doppia proporzione di quella che ha l'altra distanza *A F* all'altra *C N*: e perché la resistenza da pareggiarsi con la leva *B A* alla resistenza da pareggiarsi con la leva *B C* ha la medesima proporzione che 'l rettangolo *D A* al rettangolo *O C*, la quale è la medesima che ha la linea *A F* alla *N C*, che sono l'altre due distanze delle leve, è manifesto, per il lemma passato, che la medesima forza che sendo applicata alla linea *B G* pareggerà la resistenza *D A*, pareggerà ancora la resistenza *C O*. Ed il medesimo si dimostrerà segandosi il solido in qual si sia altro luogo: adunque tal solido parabolico è per tutto egualmente resistente. Che poi, segandosi il prisma secondo la linea para-

bolica *F N B*, se ne levi la terza parte, si fa manifesto: perché la semiparabola *F N B A* e 'l rettangolo *F B* son basi di due solidi compresi tra due piani paralleli, cioè tra i rettangoli *F B*, *D G*, per lo che ritengono tra di loro la medesima proporzione che esse lor basi; ma il rettangolo *F B* è sesquialtero della semiparabola *F N B A*; adunque, segando il prisma secondo la linea parabolica, se ne leva la terza parte. Di qui si vede come con diminuzion di peso di più di trentatré per cento si posson far i travamenti, senza diminuir punto la loro gagliardia; il che ne i navilii grandi, in particolare per regger le coverte, può esser d'utile non piccolo, atteso che in cotali fabbriche la leggerezza importa infinitamente.

Sagr. Le utilità son tante, che lungo o impossibil sarebbe il registrarle tutte: ma io, lasciate queste da banda, arei più gusto d'intender che l'alleggerimento si faccia secondo le proporzioni assegnate. Che il taglio secondo la diagonale levi la metà del peso, l'intendo benissimo; ma che l'altro, secondo la parabolica, porti via la terza parte del prisma, posso crederlo al Sig. Salviati, sempre veridico, ma in ciò più della fede mi sarebbe grata la scienza.

Salv. Vorreste dunque aver la dimostrazione, come sia vero che l'eccesso del prisma sopra questo che per ora chiamiamo solido parabolico, sia la terza parte di tutto il prisma. So d'averlo altra volta dimostrato; tenterò ora se potrò rimetter insieme la dimostrazione, per la quale intanto mi sovvien che mi servivo di certo lemma d'Archimede, posto da esso nel libro delle Spirali: ed è, che se quante linee si vogliono si eccederanno egualmente, e l'eccesso sia eguale alla minima di quelle, ed altrettante siano ciascheduna eguale alla massima, i quadrati di tutte queste saranno meno che tripli de i quadrati di quelle che si eccedono; ma i medesimi saranno ben più che tripli di quelli altri che restano, trattone il quadrato della massima. Posto questo, sia in questo rettangolo *A C B P* inscritta la linea parabolica *A B*: doviamo provare, il triangolo misto *B A P*, i cui lati sono *B P*, *P A* e base la linea parabolica *B A*, esser la terza parte di tutto 'l rettangolo *C P*. Imperò che, se

non è tale, sarà o più che la terza parte o meno. Sia, se esser può, meno, ed a quello che gli manca intendasi esser eguale lo spazio *X*. Dividendo poi il rettangolo *C P* continuamente in parti eguali con linee parallele a i lati *B P*, *C A* arriveremo finalmente a parti tali, ch'una di loro sarà minore dello spazio *X*: or sia una di quelle il rettangolo *O B*, e per i punti dove l'altre parallele segano la linea parabolica, facciansi passare le parallele alla *A P*; e qui intenderò circoscritta intorno al nostro triangolo misto una figura composta di rettangoli, che sono *B O*, *I N*, *H M*, *F L*, *E K*, *G A*, la qual figura sarà pur ancora meno che la terza parte del rettangolo *C P*, essendo che l'eccesso di essa figura sopra 'l triangolo misto è manco assai del rettangolo *B O*, il quale è ancor minore dello spazio *X*.

Sagr. Piano, di grazia, ch'io non vedo come l'eccesso di questa figura circoscritta sopra 'l triangolo misto sia manco assai del rettangolo *B O*.

Salv. Il rettangolo *B O* non è egli eguale a tutti questi rettangoletti per i quali passa la nostra linea parabolica? dico di questi *B I*, *I H*, *H F*, *F E*, *E G*, *G A*, de i quali una parte sola resta fuori del triangolo misto? ed il rettangolo *B O* non si è egli posto ancor minore nello spazio *X*? Adunque, se il triangolo insieme con l'*X* pareggiava, per l'avversario, la terza parte del rettangolo *C P*, la figura circoscritta, che al triangolo aggiugne tanto meno che lo spazio *X*, resterà pur ancora minore della terza parte del ret-

tangolo medesimo *C P*: ma questo non può essere, perché ella è più della terza parte: adunque non è vero che il nostro triangolo misto sia manco del terzo del rettangolo.

Sagr. Ho intesa la soluzione del mio dubbio. Ma bisogna ora provarci che la figura circoscritta sia più della terza parte del rettangolo *C P*, dove credo che aremo assai più da fare.

Salv. Eh non ci è gran difficoltà. Imperò che nella parabola il quadrato della linea *D E* al quadrato della *Z G* ha la medesima proporzione che la linea *D A* alla *A Z*, che è quella che ha il rettangolo *K E* al rettangolo *A G* (per esser l'altezze *A K*, *K L* eguali); adunque la proporzione che ha il quadrato *E D* al quadrato *Z G*, cioè il quadrato *L A* al quadrato *A K*, l'ha ancora il rettangolo *K E* al rettangolo *K Z*. E nel medesimo modo appunto si proverà de gli altri rettangoli *L F*, *M H*, *N I*, *O B* star tra di loro come i quadrati delle linee *M A*, *N A*, *O A*, *P A*. Consideriamo adesso come la figura circoscritta è composta di alcuni spazii che tra di loro stanno come i quadrati di linee che si eccedono con eccessi eguali alla minima, e come il rettangolo *C P* è composto di altrettanti spazii ciascuno eguale al massimo, che sono tutti i rettangoli eguali all'*O B*; adunque, per il lemma d'Archimede, la figura circoscritta è più della terza parte del rettangolo *C P*: ma era anche minore, il che è impossibile: adunque il triangolo misto non è manco del terzo del rettangolo *C P*. Dico parimente che non è più. Imperò che, se è più del terzo del rettangolo *C P*, intendasi lo spazio *X* eguale all'eccesso del triangolo sopra la terza parte di esso rettangolo *C P*; e fatta la divisione e suddivisione del rettangolo in rettangoli sempre eguali, si arriverà a tale che uno di quelli sia minore dello spazio *X*. Sia fatta, e sia il rettangolo *B O* minore dell'*X*; e descritta come sopra la figura, avremo nel triangolo misto inscritta una figura composta de i rettangoli *V O*, *T N*, *S M*, *R L*, *Q K*, la quale non sarà ancora minore della terza parte del gran rettangolo *C P*. Imperò che il triangolo misto supera di manco assai la figura inscritta di quello che egli superi la terza parte di esso rettangolo *C P*, atteso che l'eccesso

del triangolo sopra la terza parte del rettangolo *C P* è eguale allo spazio *X*, il quale è minore del rettangolo *B O*, e questo è anco minore assai dell'eccesso del triangolo sopra la figura inscrittagli; imperò che ad esso rettangolo *B O* sono eguali tutti i rettangoletti *A G*, *G E*, *E F*, *F H*, *H I*, *I B*, de i quali son ancora manco che la metà gli avanzi del triangolo sopra la figura inscritta. E però, avanzando il triangolo la terza parte del rettangolo *C P* di più assai (avanzandolo dello spazio *X*) che ei non avanza la sua figura inscritta, sarà tal figura ancora maggiore della terza parte del rettangolo *C P*: ma ella è minore, per il lemma supposto; imperò che il rettangolo *C P*, come aggregato di tutti i rettangoli massimi, a i rettangoli componenti la figura inscritta ha la medesima proporzione che l'aggregato di tutti i quadrati delle linee eguali alla massima a i quadrati delle linee che si eccedono egualmente, trattone il quadrato della massima; e però (come de i quadrati accade) tutto l'aggregato de i massimi (che è il rettangolo *C P*) è più che triplo dell'aggregato de gli eccedentisi, trattone il massimo, che compongono la figura inscritta. Adunque il triangolo misto non è nè maggiore nè minore della terza parte del rettangolo *C P*; è dunque eguale.

Sagr. Bella e ingegnosa dimostrazione, e tanto più, quanto ella ci dà la quadratura della parabola, mostrandola essere sesquiterza del triangolo inscrittogli, provando quello che Archimede con due tra di loro diversissimi, ma amendue ammirabili, progressi di molte proposizioni dimostrò; come anco fu dimostrata ultimamente da Luca Valerio, altro Archimede secondo dell'età nostra, la qual dimostrazione è registrata nel libro che egli scrisse del centro della gravità de i solidi [10].

Salv. Libro veramente da non esser posposto a qual si sia scritto da i più famosi geometri del presente e di tutti i secoli passati; il quale quando fu veduto dall'Accademico nostro, lo fece desistere dal proseguire i suoi trovati, che

[10] Su Luca Valerio cfr. p. 601, n. 12.

egli andava continuando di scrivere sopra 'l medesimo suggetto, già che vedde il tutto tanto felicemente ritrovato e dimostrato dal detto Sig. Valerio.

Sagr. Io ero informato di tutto questo accidente dall'istesso Accademico: e l'avevo anco ricercato che mi lasciasse una volta vedere le sue dimostrazioni sin allora ritrovate quando ei s'incontrò nel libro del Sig. Valerio, ma non mi successe poi il vederle.

Salv. Io ne ho copia, e le mostrerò a V. S., che averà gusto di vedere la diversità de i metodi con i quali camminano questi due autori per l'investigazione delle medesime conclusioni e loro dimostrazioni; dove anco alcune delle conclusioni hanno differente esplicazione, benché in effetto egualmente vere.

Sagr. Mi sarà molto caro il vederle, e V. S., quando ritorni a i soliti congressi, mi farà grazia di portarle seco. Ma intanto, essendo questa, della resistenza del solido cavato dal prisma col taglio parabolico, operazione non men bella che utile in molte opere mecaniche, buona cosa sarebbe per gli artefici l'aver qualche regola facile e spedita per potere sopra 'l piano del prisma segnare essa linea parabolica.

Salv. Modi di disegnar tali linee ce ne son molti, ma due sopra tutti gli altri speditissimi glie ne dirò io: uno de i quali è veramente maraviglioso, poiché con esso, in manco tempo che col compasso altri disegnerà sottilmente sopra una carta quattro o sei cerchi di differenti grandezze, io posso disegnare trenta e quaranta linee paraboliche, non men giuste sottili e pulite delle circonferenze di essi cerchi. Io ho una palla di bronzo esquisitamente rotonda, non più grande d'una noce; questa, tirata sopra uno specchio di metallo, tenuto non eretto all'orizonte, ma alquanto inchinato, sì che la palla nel moto vi possa camminar sopra, calcandolo leggiermente nel muoversi, lascia una linea parabolica sottilissimamente e pulitissimamente descritta, e più larga e più stretta secondo che la proiezzione si sarà più o meno elevata. Dove anco abbiamo chiara e sensata esperienza, il moto de i proietti farsi per linee paraboliche: effetto non osservato prima che dal nostro amico, il quale

ne arreca anco la dimostrazione nel suo libro del moto, che vedremo insieme nel primo congresso. La palla poi, per descrivere al modo detto le parabole, bisogna, con maneggiarla alquanto con la mano, scaldarla ed alquanto inumidirla, ché così lascerà più apparenti sopra lo specchio i suoi vestigii. L'altro modo, per disegnar la linea, che cerchiamo, sopra il prisma, procede così. Ferminsi ad alto due chiodi in un parete, equidistanti all'orizonte e tra di loro lontani il doppio della larghezza del rettangolo su 'l quale vogliamo notare la semiparabola, e da questi due chiodi penda una catenella sottile, e tanto lunga che la sua sacca si stenda quanta è la lunghezza del prisma: questa catenella si piega in figura parabolica, sì che andando punteggiando sopra 'l muro la strada che vi fa essa catenella, aremo descritta un'intera parabola, la quale con un perpendicolo, che penda dal mezo di quei due chiodi, si dividerà in parti eguali [11]. Il trasferir poi tal linea sopra le faccie opposte del prisma non ha difficoltà nessuna, sì che ogni mediocre artefice lo saprà fare. Potrebbesi anco con l'aiuto delle linee geometriche segnate su 'l compasso del nostro amico, senz'altra fattura, andar su l'istessa faccia del prisma punteggiando la linea medesima.

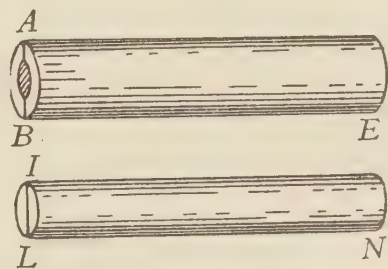
Abbiamo sin qui dimostrate tante conclusioni attenenti alla contemplazione di queste resistenze de i solidi all'essere spezzati, con l'aver prima aperto l'ingresso a tale scienza col suppor come nota la resistenza per diritto, che si potrà consequentemente camminar avanti, ritrovandone altre ed altre conclusioni, e loro dimostrazioni, di quelle che in natura sono infinite. Solo per ora, per ultimo termine de gli odierni ragionamenti, voglio aggiugnere la specolazione delle resistenze de i solidi vacui, de i quali l'arte, e più la natura, si serve in mille operazioni, dove senza crescer peso si cresce grandemente la robustezza, come si vede nell'ossa de gli uccelli ed in moltissime canne, che son leggiere e molto re-

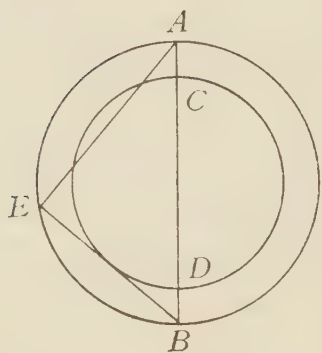
[11] Galilei assimila qui in modo erroneo la parabola alla catenaria, ma più avanti nella quarta giornata si correggerà osservando che si tratta solo di somiglianza approssimativa.

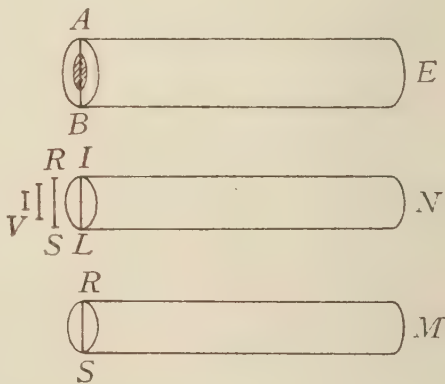
sistenti al piegarsi e rompersi: che se un fil di paglia, che sostien una spiga più grave di tutto 'l gambo, fusse fatto della medesima quantità di materia, ma fusse massiccio, sarebbe assai meno resistente al piegarsi ed al rompersi. E con tal ragione ha osservato l'arte, e confermato l'esperienza, che un'asta vota o una canna di legno o di metallo è molto più salda che se fusse, d'altrettanto peso e della medesima lunghezza, massiccia, che in consequenza sarebbe più sottile; e però l'arte ha trovato di far vote dentro le lancie, quando si desideri averle gagliarde e leggiere. Mostreremo per tanto, come:

Le resistenze di due cilindri eguali ed egualmente lunghi, l'uno de i quali sia voto e l'altro massiccio, hanno tra di loro la medesima proporzione che i lor diametri.

Siano, la canna o cilindro voto *A E*, ed il cilindro *I N* massiccio, eguali in peso ed egualmente lunghi: dico, la resistenza della canna *A E* all'esser rotta alla resistenza del cilindro solido *I N* aver la medesima proporzione che 'l diametro *A B* al diametro *I L*. Il che è assai manifesto: perché, essendo la canna e 'l cilindro *I N* eguali ed egualmente lunghi, il cerchio *I L*, base del cilindro, sarà eguale alla ciambella *A B*, base della canna *A E* (chiamo *ciambella* la superficie che resta, tratto un cerchio minore dal suo concentrico maggiore), e però le loro resistenze assolute saranno eguali: ma perché nel romper in traverso ci serviamo, nel cilindro *I N*, della lunghezza *L N* per leva, e per sostegno del punto *L*, e del semidiametro o diametro *L I* per contralleva, e nella canna la parte della leva, cioè la linea *B E*, è eguale alla *L N*, ma la contralleva oltre al sostegno *B* è il semidiametro o diametro *A B*, resta manifesto, la resistenza della canna superar quella del cilindro solido secondo l'eccesso del diametro *A B* sopra 'l diametro *I L*: che è quello che cercavamo. S'acquista, dunque, di robustezza nella canna vota sopra la robustezza del cilin-

dro solido secondo la proporzione de i diametri, tutta volta però che amendue siano dell'istessa materia, peso e lunghezza. Sarà bene che conseguentemente andiamo investigando quello che accaggia negli altri casi indifferentemente tra tutte le canne e cilindri solidi egualmente lunghi, benché in quantità di peso diseguali e più e meno evacuati. E prima dimostreremo, come:

Data una canna vota, si possa trovare un cilindro pieno, eguale ad essa.

Facilissima è tal operazione. Imperò che sia la linea *A B* diametro della canna, e *C D* diametro del voto: applichisi nel cerchio maggiore la linea *A E* egual al diametro *C D*, e congiungasi la *E B*. E perché nel mezo cerchio *A E B* l'angolo *E* è retto, il cerchio il cui diametro è *A B*, sarà eguale alli due cerchi de i diametri *A E*, *E B*; ma *A E* è il diametro del voto della canna; adunque il cerchio il cui diametro sia *E B*, sarà egual alla ciambella *A C B D*: e però il cilindro solido, il cerchio della cui base abbia il diametro *E B*, sarà eguale alla canna, essendo egualmente lungo. Dimostrato questo, potremo speditamente

Trovare qual proporzione abbiano le resistenze d'una canna e di un cilindro, qualunque siano, pur che egualmente lunghi.

Sia la canna *A B E*, ed il cilindro *R S M* egualmente lungo: bisogna trovare qual proporzione abbiano tra di loro le lor resistenze. Trovisi, per la precedente, il cilindro *I L N* eguale alla canna ed egualmente lungo, e delle linee *I L*, *R S* (diametri delle basi de i cilindri *I N*, *R M*) sia quarta proporzionale la linea *V*: dico, la resistenza della canna *A E* a quella del cilindro *R M* esser come la linea *A B* alla *V*. Imperò che, essendo la

canna *A E* eguale ed egualmente lunga al cilindro *I N*, la resistenza della canna alla resistenza del cilindro starà come la linea *A B* alla *I L*: ma la resistenza del cilindro *I N* alla resistenza del cilindro *R M* sta come il cubo *I L* al cubo *R S*, cioè come la linea *I L* alla *V*; adunque, *ex æquali*, la resistenza della canna *A E* alla resistenza del cilindro *R M* ha la medesima proporzione che la linea *A B* alla *V*: che è quello che si cercava.

Finisce la seconda Giornata

GIORNATA TERZA

DEL MOTO LOCALE [1]

Diamo avvio a una nuovissima scienza intorno a un soggetto antichissimo. Nulla v'è, forse, in natura, di più antico del moto, e su di esso ci sono non pochi volumi, né di piccola mole, scritti dai

[1] Mentre la seconda giornata è stata dedicata a problemi di statica, con l'esame analitico delle condizioni di resistenza dei metalli, con la terza giornata Galilei introduce il discorso sulla dinamica; non che per questo vi sia una separazione con la parte precedente dell'opera: si è già avuto modo di constatare nelle *Mecaniche* e poi nel *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua*, che statica e dinamica sono strettamente connesse nella scienza galileiana; ma è d'altro canto vero che nella determinazione di nuovi princìpi di dinamica si conclude il processo di rinnovamento in senso antiaristotelico, già iniziato negli anni dell'opera giovanile *De motu* e portata avanti nel periodo padovano, con l'ampliamento e approfondimento delle indagini condotte sul principio della leva, che contenevano serie possibilità di sviluppo per la delineazione del principio di inerzia, per il moto di caduta naturale dei corpi, sia solidi che liquidi. Non va trascurato infatti che fu appunto in quel trattato che con la definizione del centro di gravità e del momento di gravità non solo erano state stabilite le condizioni del movimento e della quiete dei corpi, ma era stata posta anche la base per l'assimilazione dei due concetti, e la quiete, come già era stato avvertito nella lettera al Sarpi e poi nel *Dialogo*, era stata definita come un movimento infinitamente ritardato, con una audacia intellettuale significativa per uno scienziato che non possedeva ancora gli strumenti necessari a dominare e a contenere il concetto dell'infinito; si può accettare perciò la considerazione del Geymonat che « il suo coraggio nell'introdurre una definizione di moto che implicava ' infiniti gradi di tardità ' e la sua abilità nell'operare correttamente con moti di tale tipo, sono meriti che lo collocano a buon diritto fra i maggiori scienziati della sua epoca » (*op. cit.*, 309-10). Le conseguenze, tuttavia, di quella definizione del momento vanno oltre: è evidente che a rendere possibile il superamento di una contrapposizione che s'era venuta irrigidendo col tempo, da Aristotele fino agli anni di Galilei, tra moto violento e moto na-

filosofi; tuttavia tra le sue proprietà ne trova molte che, pur degne di essere conosciute, non sono mai state finora osservate, nonché dimostrate. Se ne rilevano alcune più immediate, come quella, ad esempio, che il moto naturale dei gravi discendenti accelera continuamente; però, secondo quale proporzione tale accelerazione av-

turale e che aveva influenzato in certo senso gli stessi scienziati del sec. XIV, Giovanni Buridano e Alberto di Sassonia, è stato appunto il riconoscimento del moto verso il basso come unico movimento naturale di caduta che non sarà perciò necessariamente rettilineo.

Questa giornata è in pratica occupata da un trattato, *De motu locali*, distinto in tre parti, *De motu aequabili* e *De motu naturaliter accelerato*; la terza parte dedicata al moto violento, *De motu violento seu de proiectis*, è compresa nella quarta giornata. Di questi movimenti Galilei aveva già parlato nel *Dialogo* in relazione con i problemi della nuova cosmologia scientifica, come anche la composizione tra moto naturale e moto violento, di cui la quarta giornata darà un'illustrazione scientifica, si collega alla difesa del moto della terra (cfr. *Dialogo sopra i due massimi sistemi*, p. 192). Come abbiamo avuto modo di osservare nelle note alle opere precedenti, a cui rinviamo per le notizie sui precorrimenti e sui precursori della dinamica galileiana, l'atteggiamento antiaristotelico assunto da Galilei è dovuto alla sua scoperta dell'assoluta infondatezza delle teorie peripatetiche sul moto, le quali, partendo dalla distinzione di moto violento e di moto naturale, ricercavano la causa fisica del movimento nella tendenza di natura metafisica a raggiungere i *loci naturales* degli elementi che li compongono e spiegavano le ragioni della continuità del movimento per la elasticità dell'aria, spostata dal primo impeto del lancio.

I tentativi di intendere in modo non aristotelico la natura e le ragioni del movimento si svilupparono in modo cospicuo nel sec. XIV, quando si cercò di definire la natura del moto considerandolo o come svolgimento continuo nel quale non è possibile fissare e isolare una situazione (Duns Scoto) oppure come serie continua di stati suscettibili di distinzione (Guglielmo di Occam). Va infine ricordato che Occam, togliendo al movimento ogni realtà sostanziale al di fuori dei corpi che si muovono, riteneva che esso non fosse altro che l'esistenza successiva dei corpi in più luoghi. Pur non risultando diretti riferimenti a questa posizione di Occam, si può notare una certa convergenza tra questa posizione e quella dei fisici parigini sostenitori della teoria dell'*impetus* (cfr. p. 232, n. 41), almeno per il comune tentativo di eliminare ogni dipendenza del movimento da cause sostanziali esterne.

Accanto alla scuola parigina e al gruppo di Giovanni Buridano, Alberto di Sassonia e Nicola di Oresme, conviene tuttavia ricordare che la corrente scientifica detta di Oxford perché qui, sulla via aperta da Thomas Bradwardine, un gruppo di scienziati del « Merton College », fra cui William Heytesbury (1313-1372) e Riccardo Swineshead, autore del *Liber Calculationum*, escogitarono un nuovo modo per esprimere le variazioni quantitative di un fenomeno: furono costoro a parlare di *intensio* o *latitudo* di una forma e di *estensio* o *longitudo*. Sono termini che userà Galilei in questa giornata avendoli forse ricevuti attraverso lo studio dei fisici

venga, non è stato sin qui mostrato: nessuno, che io sappia, infatti, ha dimostrato che un mobile discendente a partire dalla quiete percorre, in tempi eguali, spazi che ritengono tra di loro la medesima proporzione che hanno i numeri impari successivi *ab unitate* [2]. È stato osservato che i corpi lanciati, ovverossia i proietti, descrivono una linea curva di un qualche tipo; però, che essa sia una parabola, nessuno l'ha mostrato [3]. Che sia così, lo dimostrerò insieme ad altre non poche cose, né meno degne di essere conosciute, e, ciò che ritengo ancor più importante, si apriranno le porte a una vastissima e importantissima scienza, della quale queste nostre ricerche costituiranno gli elementi; altri ingegni più acuti del mio ne penetreranno poi più ascosi recessi.

italiani del sec. XV, Biagio Pelacani, Gaetano di Tiene e soprattutto G. B. Benedetti.

L'esposizione delle leggi del moto è condotta in questa giornata con rigore matematico, essendo rivolto l'impegno intellettuale dell'autore alla chiarificazione delle leggi che presiedono al moto e alla definizione di una serie di casi particolari esaminati in un numero talora eccessivo, che appesantisce la lettura, di proposizione particolari. Come si osserva in una nota dei *Discorsi* curata da A. Carugo e L. Geymonat, questa parte deve collegarsi con il costante interesse di Galilei verso la soluzione di problemi pratici di ingegneria e di tecnica e quindi con l'intenzione di fornire agli ingegneri del suo tempo « particolarmente impegnati in lavori idraulici un utile manuale, ove fossero sistematicamente raccolte le soluzioni dei principali problemi concernenti i rapporti fra le velocità dei corpi, in particolare di masse d'acqua, moventisi secondo pendenze più o meno inclinate. Questa terza giornata verrebbe così a configurarsi come una specie di 'manuale dell'ingegnere idraulico', e a inserirsi coerentemente tra un 'manuale dell'ingegnere edile', che sarebbe costituito dalla seconda giornata, dedicata alla resistenza di travi e colonne variamente disposte su sostegni, e un 'manuale dell'ingegnere militare' quale è ancor più palesemente la quarta giornata sul moto dei proiettili ».

A questa duplice funzione può esser rimandato l'uso di due lingue, italiana e latina, per distinguere cioè la parte sistematica e teorica della dinamica, trattazione di carattere prettamente scientifico rivolta ai dotti; mentre la parte tecnico-operativa sembra essere diretta ai costruttori, ai tecnici idraulici e agli ingegneri. Si vedano anche qui le acute osservazioni contenute nel commento di A. Carugo e L. Geymonat (*op. cit.*, pp. 754-57), dalla quale edizione, come è stato già ricordato, è stata riprodotta, in questa e nella seguente giornata, la traduzione dei passi latini, che il lettore può facilmente individuare, essendo stampati in diverso corpo tipografico.

[2] Mentre rinviamo per le considerazioni generali sul movimento alla nota precedente ed ai richiami ivi contenuti, ricordiamo che questa progressione del movimento di un corpo a partire dalla quiete era già stata enunciata nella lettera al Sarpi (vol. I, pp. 862-64) e poi nel *Dialogo* (pp. 283 segg.).

[3] Cfr. più avanti la giornata quarta, p. 771.

Dividiamo in tre parti la trattazione: nella prima parte consideriamo ciò che concerne il moto equabile o uniforme; nella seconda trattiamo del moto naturalmente accelerato; nella terza, del moto violento, ossia dei proietti.

DEL MOTO EQUABILE

Circa il moto equabile o uniforme, ci occorre una sola definizione, che formulo così:

DEFINIZIONE

Moto eguale o uniforme intendo quello in cui gli spazi percorsi da un mobile in tempi eguali, comunque presi, risultano tra di loro eguali.

AVVERTENZA

Ci è parso opportuno aggiungere alla vecchia definizione (che semplicemente parla di moto equabile, allorché in tempi eguali vengono percorsi spazi eguali) l'espressione *comunque presi*, cioè per tutti i tempi che siano eguali: infatti, può accadere che in determinati tempi eguali un mobile percorra spazi eguali, mentre spazi, percorsi in frazioni di tempo minori, sebbene eguali, non siano eguali. Dalla precedente definizione dipendono quattro assiomi, cioè:

ASSIOMA I

In uno stesso moto equabile, lo spazio percorso in un tempo più lungo è maggiore dello spazio percorso in un tempo più breve.

ASSIOMA 2

In uno stesso moto equabile, il tempo in cui è percorso uno spazio maggiore è più lungo del tempo impiegato a percorrere uno spazio minore.

ASSIOMA 3

Lo spazio, percorso in un dato tempo a velocità maggiore, è maggiore di quello percorso, nello stesso tempo, a velocità minore.

ASSIOMA 4

La velocità, con cui in un dato tempo viene percorso uno spazio maggiore, è maggiore di quella con cui, nello stesso tempo, viene percorso uno spazio minore.

TEOREMA I. PROPOSIZIONE I

Se un mobile [4], dotato di moto equabile, percorre due spazi con una stessa velocità, i tempi dei moti staranno tra di loro come gli spazi percorsi.

TEOREMA 2. PROPOSIZIONE 2

Se un mobile percorre due spazi in tempi eguali, quegli spazi staranno tra loro come le velocità. E se gli spazi stanno tra loro come le velocità, i tempi saranno eguali.

TEOREMA 3. PROPOSIZIONE 3

Se il medesimo spazio viene percorso con velocità diseguali, i tempi dei moti rispondono contrariamente [*sono inversamente proporzionali*] alle velocità.

TEOREMA 4. PROPOSIZIONE 4

Se due mobili si muovono di moto equabile, ma con diseguale velocità, gli spazi percorsi da essi in tempi diseguali avranno tra di loro una proporzione composta [5] della proporzione tra le velocità e della proporzione tra i tempi.

TEOREMA 5. PROPOSIZIONE 5

Se due mobili si muovono di moto equabile, ma le loro velocità sono diseguali e diseguali gli spazi percorsi, la proporzione tra i tempi risulterà composta della proporzione tra gli spazi e della proporzione tra le velocità permutatamente prese [*proporzione inversa delle velocità*].

[4] Il rapporto tra tempi impiegati e spazi percorsi fu determinato da Galilei fin dal 1602 come risulta dalla citata lettera al Sarpi. « Io suppongo – si legge in un frammento (VIII, p. 373) – che il grave cadente naturalmente vada continuamente accrescendo la sua velocità secondo che accresce la distanza dal termine onde si partì: come, v. g., partendosi il grave dal punto *A* e cadendo per la linea *AB* suppongo che il grado di velocità nel punto *D* sia tanto maggiore che il grado di velocità in *C*, quanto la distanza *DA* è maggiore della *CA* e così il grado della velocità in *E* esser al grado di velocità in *D* come *EA* a *DA*, e così in ogni punto della linea *AB* trovarsi con gradi di velocità proporzionali alle distanze de i medesimi punti dal termine *A*. Questo principio mi par molto naturale e che risponda a tutte le esperienze che veggiamo negli strumenti e machine che operano percotendo, dove il percuziente fa tanto maggiore effetto, quanto da più grande altezza casca ».

[5] « Trovasi fra le difinizioni del sesto libro d'Euclide la quinta della proporzion composta, la quale dice in questo modo: — Allora una proporzione si dice comporsi di più proporzioni, quando le quantità di dette proporzioni multiplicate insieme avranno prodotto qualche proporzione » (Giornata quinta, VIII, p. 359).

TEOREMA 6. PROPOSIZIONE 6

Se due mobili si muovono di moto equabile, la proporzione tra le loro velocità risulterà composta della proporzione tra gli spazi percorsi e della proporzione tra i tempi permutatamente presi [*proporzione inversa dei tempi*].

Salv. Questo che abbiamo veduto, è quanto il nostro Autore ha scritto del moto equabile. Passeremo dunque a più sottile e nuova contemplazione intorno al moto naturalmente accelerato, quale è quello che generalmente è esercitato da i mobili gravi descendenti: ed ecco il titolo e l'introduzione.

DEL MOTO NATURALMENTE ACCELERATO

Le proprietà del moto equabile sono state considerate nel libro precedente: ora dobbiamo trattare del moto accelerato.

E in primo luogo conviene investigare e spiegare la definizione che corrisponde esattamente al moto accelerato di cui si serve la natura. Infatti, sebbene sia lecito immaginare arbitrariamente qualche forma di moto e contemplare le proprietà che ne conseguono (così, infatti, coloro che si immaginarono linee spirali o concoidi, originate da certi movimenti, ne hanno lodevolmente dimostrate le proprietà argomentando *ex suppositione*, anche se di tali movimenti non usi la natura), tuttavia, dal momento che la natura si serve di una certa forma di accelerazione nei gravi discendenti, abbiamo stabilito di studiarne le proprietà, posto che la definizione che daremo del nostro moto accelerato abbia a corrispondere con l'essenza del moto naturalmente accelerato. Questa coincidenza crediamo di averla raggiunta finalmente, dopo lunghe riflessioni; soprattutto per il fatto che le proprietà, da noi successivamente dimostrate [*dalla nostra definizione*], sembrano esattamente corrispondere e coincidere con ciò che gli esperimenti naturali presentano ai sensi [6]. Infine a studiare il moto naturalmente accelerato siamo stati condotti quasi per mano dall'osservazione della consuetudine e della

[6] Questa dichiarazione conferma che la via seguìta da Galilei per la determinazione del movimento naturalmente accelerato non è stata soltanto deduttiva ed ipotetica ma sperimentale e che anzi attraverso l'esperimento egli ha potuto confermare le sue ipotesi, come è norma costante del suo metodo, e ciò è comprovato dal séguito di questa giornata, laddove espone uno degli esperimenti cosidetti mentali, di cui si avvalse nello studio del moto dei gravi.

regola seguite dalla natura medesima in tutte le altre sue opere, nella cui attuazione suole far uso dei mezzi più immediati, più semplici, più facili. Ritengo infatti che non vi sia nessuno, il quale creda che si possa praticare il nuoto o il volo in una maniera più semplice e più facile di quella usata, per istinto naturale, dai pesci e dagli uccelli.

Quando, dunque, osservo che una pietra, che discende dall'alto a partire dalla quiete, acquista via via nuovi incrementi di velocità, perché non dovrei credere che tali aumenti avvengano secondo la più semplice e più ovvia proporzione? Ora, se consideriamo attentamente la cosa, non troveremo nessun aumento o incremento più semplice di quello che aumenta sempre nel medesimo modo. Il che facilmente intenderemo considerando là stretta connessione tra tempo e moto [7]: come infatti la equabilità e uniformità del moto si definisce e si concepisce sulla base della eguaglianza dei tempi e degli spazi (infatti chiamiamo equabile il moto, allorché in tempi eguali vengono percorsi spazi eguali), così, mediante una medesima suddivisione uniforme del tempo, possiamo concepire che gli incrementi di velocità avvengano con [altrettanta] semplicità; [lo possiamo] in quanto stabiliamo in astratto che risulti uniformemente e, nel medesimo modo, continuamente accelerato, quel moto che in tempi eguali, comunque presi, acquista eguali aumenti di velocità. Cosicché, considerando un numero qualsiasi di frazioni di tempo eguali a partire dal primo istante in cui il mobile abbandona la quiete e comincia a scendere, il grado di velocità acquistato nella prima e seconda frazione di tempo prese insieme, è doppio rispetto al grado di velocità acquistato dal mobile nella prima frazione; e il grado che si ottiene in tre frazioni di tempo, è triplo; quello acquistato in quattro, quadruplo del medesimo grado del primo tempo: sì che (per maggiore chiarezza), se il mobile continuasse il suo moto secondo il grado o momento di velocità acquistato nella prima frazione di tempo e lo proseguisse uniformemente con tale grado, questo moto sarebbe due volte più lento di quello che [il mobile] otterrebbe secondo il grado di velocità acquistato in due frazioni di tempo. E così ci sembra di non discordare affatto dalla retta ragione se ammettiamo che l'intensità della velocità cresca secondo l'estensione del tempo [*la velocità sia proporzionale al tempo*].

[7] Il primo che colse la connessione delle leggi del moto uniformemente accelerato o ritardato, e la caduta libera dei gravi fu nel sec. XVI Domenico Soto (1494-1560), frate domenicano e insegnante di teologia a Salamanca, autore di un'opera intitolata *Super octo libri Physicorum Aristotelis quaestiones*: parlando del movimento uniformemente accelerato egli osserva: « Questa specie di movimento è quella propria ai corpi che si muovono di moto naturale ed ai proietti ».

Possiamo quindi ammettere la seguente definizione del moto di cui tratteremo: Moto equabilmente, ossia uniformemente accelerato, dico quello che, a partire dalla quiete, in tempi eguali acquista eguali momenti di velocità.

Sagr. Io, sì come fuor di ragione mi opporrei a questa o ad altra definizione che da qualsivoglia autore fusse assegnata, essendo tutte arbitrarie, così ben posso senza offesa dubitare se tal definizione, concepita ed ammessa in astratto, si adatti, convenga e si verifichi in quella sorte di moto accelerato che i gravi naturalmente descendenti vanno esercitando. E perché pare che l'Autore ci prometta che tale, quale egli ha definito, sia il moto naturale de i gravi, volentieri mi sentirei rimuover certi scrupoli che mi perturbano la mente, acciò poi con maggior attenzione potessi applicarmi alle proposizioni, e lor dimostrazioni, che si attendono.

Salv. È bene che V. S. ed il Sig. Simplicio vadano proponendo le difficoltà; le quali mi vo immaginando che siano per essere quelle stesse che a me ancora sovvennero, quando primieramente veddi questo trattato, e che o dall'Autor medesimo, ragionandone seco, mi furon sopite, o tal una ancora da me stesso, co 'l pensarvi, rimosse.

Sagr. Mentre io mi vo figurando, un mobile grave descendente partirsi dalla quiete, cioè dalla privazione di ogni velocità, ed entrare nel moto, ed in quello andarsi velocitando secondo la proporzione che cresce 'l tempo dal primo instante del moto, ad avere, v. g., in otto battute di polso acquistato otto gradi di velocità, della quale nella quarta battuta ne aveva guadagnati quattro, nella seconda due, nella prima uno, essendo il tempo subdivisibile in infinito, ne séguita che, diminuendosi sempre con tal ragione l'antecedente velocità, grado alcuno non sia di velocità così piccolo, o vogliamo dir di tardità così grande, nel quale non si sia trovato costituito l'istesso mobile dopo la partita dall'infinita tardità, cioè dalla quiete: tal che, se quel grado di velocità ch'egli ebbe alle quattro battute di tempo, era tale che, mantenendola equabile, arebbe corso due miglia in un'ora, e co 'l grado di velocità ch'ebbe nella seconda

battuta arebbe fatto un miglio per ora, convien dire che ne gl'instanti del tempo più e più vicini al primo della sua mossa dalla quiete si trovasse così tardo, che non arebbe (seguitando di muoversi con tal tardità) passato un miglio in un'ora, né in un giorno, né in un anno, né in mille, né passato anco un sol palmo in tempo maggiore; accidente al quale pare che assai mal agevolmente s'accomodi l'immaginazione, mentre che il senso ci mostra, un grave cadente venir subito con gran velocità [8].

Salv. Questa è una delle difficoltà che a me ancora su 'l principio dette che pensare, ma non molto dopo la rimossi; ed il rimuoverla fu effetto della medesima esperienza che di presente a voi la suscita. Voi dite, parervi che l'esperienza mostri, che a pena partitosi il grave dalla quiete, entri in una molto notabile velocità; ed io dico che questa medesima esperienza ci chiarisce, i primi impeti del cadente, benché gravissimo, esser lentissimi e tardissimi. Posate un grave sopra una materia cedente, lasciandovelo sin che prema quanto egli può con la sua semplice gravità: è manifesto che, alzandolo un braccio o due, lasciandolo poi cadere sopra la medesima materia, farà con la percossa nuova pressione, e maggiore che la fatta prima co 'l solo peso; e l'effetto sarà cagionato dal mobile cadente congiunto con la velocità guadagnata nella caduta, il quale effetto sarà più e più grande, secondo che da maggior altezza verrà la percossa, cioè secondo che la velocità del percuziente sarà maggiore. Quanta dunque sia la velocità d'un grave cadente, lo potremo noi senza errore conietturare dalla qualità e quantità della percossa. Ma ditemi, Signori: quel mazzo che lasciato cadere sopra un palo dall'altezza di

[8] È la definizione galileiana dell'inizio del movimento uniformemente accelerato, che comincia dalla quiete attraverso un accrescimento infinitamente continuo della velocità. Si veda, per lo sviluppo delle discussioni intorno a questa posizione la lettera di Galilei al Carcavy in cui risponde alle obbiezioni del matematico Fermat (vol. I, pp. 941-48): in questa lettera egli sostiene di avere asserito quella norma in base a deduzioni puramente matematiche, ma non deve essere mancato il contributo dell'esperienza, come mostra questo passo dei *Discorsi*.

quattro braccia lo ficca in terra, v. g., quattro dita, venendo dall'altezza di duo braccia lo caccerà assai manco, e meno dall'altezza di uno, e manco da un palmo; e finalmente, sollevandolo un dito, che farà di più che se, senza percossa, vi fusse posto sopra? certo pochissimo: ed operazione del tutto impercettibile sarebbe, se si elevasse quanto è grosso un foglio. E perché l'effetto della percossa si regola dalla velocità del medesimo percuziente, chi vorrà dubitare che lentissimo sia 'l moto e più che minima la velocità, dove l'operazione sua sia impercettibile? Veggano ora quanta sia la forza della verità, mentre l'istessa esperienza che pareva nel primo aspetto mostrare una cosa, meglio considerata ci assicura del contrario. Ma senza ridursi a tale esperienza (che senza dubbio è concludentissima), mi pare che non sia difficile co 'l semplice discorso penetrare una tal verità. Noi abbiamo un sasso grave, sostenuto nell'aria in quiete; si libera dal sostegno e si pone in libertà, e, come più grave dell'aria, vien descendendo al basso, e non con moto equabile, ma lento nel principio, e continuamente dopo accelerato: ed essendo che la velocità è augumentabile e menomabile in infinito, qual ragione mi persuaderà che tal mobile, partendosi da una tardità infinita (ché tal è la quiete), entri immediatamente in dieci gradi di velocità più che in una di quattro, o in questa prima che in una di due, di uno, di un mezo, di un centesimo? ed in somma in tutte le minori in infinito? Sentite, in grazia. Io non credo che voi fuste renitenti a concedermi che l'acquisto de i gradi di velocità del sasso cadente dallo stato di quiete possa farsi co 'l medesimo ordine che la diminuzione e perdita de i medesimi gradi, mentre da virtù impellente fusse ricacciato in su alla medesima altezza; ma quando ciò sia, non veggo che si possa dubitare che nel diminuirsi la velocità del sasso ascendente, consumandola tutta, possa pervenire allo stato di quiete prima che passar per tutti i gradi di tardità [9].

[9] Che un corpo cadendo da una certa altezza acquisti via via tanta velocità da essere sufficiente a farlo risalire alla medesima altezza da cui

Simp. Ma se i gradi di tardità maggiore e maggiore sono infiniti, già mai non si consumeranno tutti; onde tal grave ascendente non si condurrà mai alla quiete, ma infinitamente si moverà, ritardandosi sempre: cosa che non si vede accadere.

Salv. Accaderebbe cotesto, Sig. Simplicio, quando il mobile andasse per qualche tempo trattenendosi in ciaschedun grado; ma egli vi passa solamente, senza dimorarvi oltre a un instante; e perché in ogni tempo quanto, ancor che piccolissimo, sono infiniti instanti, però son bastanti a rispondere a gl'infiniti gradi di velocità diminuita. Che poi tal grave ascendente non persista per verun tempo quanto in alcun medesimo grado di velocità, si fa manifesto così: perché se, assegnato qualche tempo quanto, nel primo instante di tal tempo ed anco nell'ultimo il mobile si trovasse aver il medesimo grado di velocità, potrebbe da questo secondo grado esser parimente sospinto in su per altrettanto spazio, sì come dal primo fu portato al secondo, e per l'istessa ragione passerebbe dal secondo al terzo, e finalmente continuerebbe il suo moto uniforme in infinito.

Sagr. Da questo discorso mi par che si potrebbe cavare una assai congrua ragione della quistione agitata tra i filosofi, qual sia la causa dell'accelerazione del moto naturale de i gravi. Imperò che, mentre io considero, nel grave cacciato in su andarsi continuamente diminuendo quella virtù impressagli dal proiciente; la quale, sin che fu superiore all'altra contraria della gravità, lo sospinse in alto; giunte che siano questa e quella all'equilibrio, resta il mobile di più salire e passa per lo stato della quiete, nel quale l'impeto impresso non è altramente annichilito, ma solo consumatosi quell'eccesso che pur dianzi aveva sopra la gravità del mobile, per lo quale, prevalendogli, lo spingeva in su; continuandosi poi la diminuzione di questo impeto straniero, ed in consequenza cominciando il vantaggio ad esser dalla parte della gravità, comincia altresì la scesa, ma lenta per il contrasto della virtù impressa, buona parte della quale

era disceso è una legge che Galilei aveva esposto nella lettera più volte ricordata al Sarpi sia nella corrispondenza con Baliani (cfr. vol. I, p. 966).

rimane ancora nel mobile; ma perché ella pur va continuamente diminuendosi, venendo sempre con maggior proporzione superata dalla gravità, quindi nasce la continua accelerazione del moto.

Simp. Il pensiero è arguto, ma più sottile che saldo: imperò che, quando pur sia concludente, non sodisfà se non a quei moti naturali a i quali sia preceduto un moto violento, nel quale resti ancora vivace parte della virtù esterna; ma dove non sia tal residuo, ma si parta il mobile da una antiquata quiete, cessa la forza di tutto il discorso.

Sagr. Credo che voi siate in errore, e che questa distinzione di casi, che fate, sia superflua, o, per dir meglio, nulla. Però ditemi, se nel proietto può esser tal volta impressa dal proiciente molta e tal ora poca virtù, sì che possa essere scagliato in alto cento braccia, ed anco venti, o quattro, o uno?

Simp. Non è dubbio che sì.

Sagr. E non meno potrà cotal virtù impressa di così poco superar la resistenza della gravità, che non l'alzi più d'un dito; e finalmente può la virtù del proiciente esser solamente tanta, che pareggi per l'appunto la resistenza della gravità, sì che il mobile sia non cacciato in alto, ma solamente sostenuto. Quando dunque voi reggete in mano una pietra, che altro gli fate voi che l'imprimerli tanta virtù impellente all'in su, quanta è la facoltà della sua gravità, traente in giù? e questa vostra virtù non continuate voi di conservargliela impressa per tutto il tempo che voi la sostenete in mano? si diminuisce ella forse per la lunga dimora che voi la reggete? e questo sostentamento che vieta la scesa al sasso, che importa che sia fatto più dalla vostra mano, che da una tavola, o da una corda dalla quale ei sia sospeso? Certo niente. Concludete pertanto. Sig. Simplicio, che il precedere alla caduta del sasso una quiete lunga o breve o momentanea, non fa differenza alcuna, sì che il sasso non parta sempre affetto da tanta virtù contraria alla sua gravità, quanta appunto bastava a tenerlo in quiete.

Salv. Non mi par tempo opportuno d'entrare al presente nell'investigazione della causa dell'accelerazione del moto naturale, intorno alla quale da varii filosofi varie sentenzie sono state prodotte, riducendola alcuni all'avvicinamento al centro, altri al restar successivamente manco parti del mezo da fendersi, altri a certa estrusione del mezo ambiente, il quale, nel ricongiugnersi a tergo del mobile, lo va premendo e continuatamente scacciando; le quali fantasie, con altre appresso, converrebbe andare esaminando e con poco guadagno risolvendo [10]. Per ora basta al nostro Autore che noi intendiamo che egli ci vuole investigare e dimostrare alcune passioni di un moto accelerato (qualunque si sia la causa della sua accelerazione) talmente, che i momenti della sua velocità vadano accrescendosi, dopo la sua partita dalla quiete, con quella semplicissima proporzione con la quale cresce la continuazion del tempo, che è quanto dire che in tempi eguali si facciano eguali additamenti di velocità; e se s'incontrerà che gli accidenti che poi saranno dimostrati si verifichino nel moto de i gravi naturalmente descendenti ed accelerati, potremo reputare che l'assunta definizione comprenda cotal moto de i gravi, e che vero sia che l'accelerazione loro vadia crescendo secondo che cresce il tempo e la durazione del moto.

Sagr. Per quanto per ora mi si rappresenta all'intelletto, mi pare che con chiarezza forse maggiore si fusse potuto definire, senza variare il concetto: Moto uniformemente accelerato esser quello, nel qual la velocità andasse crescendo

[10] Galilei fa esporre qui da Sagredo la teoria dell'*impetus*, volta a ricercare non la legge che regola il comportamento di un grave in movimento uniformemente accelerato, ma la causa che muove quel corpo, sicché Salviati può poi scartare come inutile e poco proficua una discussione sulle cause del movimento; con un atteggiamento più agile, egli affronta invece l'esposizione storica di alcune posizioni filosofiche relative al movimento: la tesi aristotelica sulle cause della progressiva accelerazione che aumenta per l'avvicinarsi del luogo naturale, la tesi propria del commentatore aristotelico Simplicio, che stabiliva un confronto tra la velocità e il peso del corpo, e quella esposta nel trattato medievale *De ponderibus*, che mette in relazione la velocità col mezzo ambiente in cui il corpo si muove. Segue poi la teoria dell'*impetus*.

secondo che cresce lo spazio che si va passando; sì che, per esempio, il grado di velocità acquistato dal mobile nella scesa di quattro braccia fusse doppio di quello ch'egli ebbe sceso che e' fu lo spazio di due, e questo doppio del conseguito nello spazio del primo braccio. Perché non mi par che sia da dubitare, che quel grave che viene dall'altezza di sei braccia, non abbia e perquota con impeto doppio di quello che ebbe, sceso che fu tre braccia, e triplo di quello che ebbe alle due, e sescuplo dell'auto nello spazio di uno.

Salv. Io mi consolo assai d'aver auto un tanto compagno nell'errore; e più vi dirò che il vostro discorso ha tanto del verisimile e del probabile, che il nostro medesimo Autore non mi negò, quando io glielo proposi, d'esser egli ancora stato per qualche tempo nella medesima fallacia [11]. Ma quello di che io poi sommamente mi maravigliai, fu il vedere scoprir con quattro semplicissime parole, non pur false, ma impossibili, due proposizioni che hanno del verisimile tanto, che avendole io proposte a molti, non ho trovato chi liberamente non me l'ammettesse.

Simp. Veramente io sarei del numero de i conceditori: e che il grave descendente *vires acquirat eundo*, crescendo la velocità a ragion dello spazio, e che 'l momento dell'istesso percuziente sia doppio venendo da doppia altezza, mi paiono proposizioni da concedersi senza repugnanza o controversia.

Salv. E pur son tanto false e impossibili, quanto che il moto si faccia in un instante: ed eccovene chiarissima dimostrazione. Quando le velocità hanno la medesima proporzione che gli spazii passati o da passarsi, tali spazii vengon passati in tempi eguali; se dunque le velocità con le quali il cadente passò lo spazio di quattro braccia, furon doppie delle velocità con le quali passò le due prime braccia (sì come lo spazio è doppio dello spazio), adunque i tempi di tali passaggi sono eguali: ma passare il medesimo mobile le quattro braccia e le due nell'istesso tempo, non può aver luogo fuor che nel moto instantaneo: ma noi veggiamo che

[11] Cfr. lettera a P. Sarpi 16 ottobre 1604, vol. I, p. 862-64.

il grave cadente fa suo moto in tempo, ed in minore passa le due braccia che le quattro; adunque è falso che la velocità sua cresca come lo spazio. L'altra proposizione si dimostra falsa con la medesima chiarezza. Imperò che, essendo quello che perquote il medesimo, non può determinarsi la differenza e momento delle percosse se non dalla differenza della velocità: quando dunque il percuziente, venendo da doppia altezza, facesse percossa di doppio momento, bisognerebbe che percotesse con doppia velocità: ma la doppia velocità passa il doppio spazio nell'istesso tempo, e noi veggiamo il tempo della scesa dalla maggior altezza esser più lungo.

Sagr. Troppa evidenza, troppa agevolezza, è questa con la quale manifestate conclusioni ascoste: questa somma facilità le rende di minor pregio che non erano mentre stavano sotto contrario sembiante. Poco penso io che prezzerebbe l'universale notizie acquistate con sì poca fatica, in comparazione di quelle intorno alle quali si fanno lunghe ed inesplicabili altercazioni.

Salv. A quelli i quali con gran brevità e chiarezza mostrano le fallacie di proposizioni state comunemente tenute per vere dall'universale, danno assai comportabile sarebbe il riportarne solamente disprezzo, in luogo di aggradimento; ma bene spiacevole e molesto riesce cert'altro affetto che suol tal volta destarsi in alcuni, che, pretendendo ne i medesimi studii almeno la parità con chiunque si sia, si veggono aver trapassate per vere conclusioni che poi da un altro con breve e facile discorso vengono scoperte e dichiarate false. Io non chiamerò tale affetto invidia, solita a convertirsi poi in odio ed ira contro agli scopritori di tali fallacie, ma lo dirò uno stimolo e una brama di voler più presto mantener gli errori inveterati, che permetter che si ricevano le verità nuovamente scoperte; la qual brama tal volta gl'induce a scrivere in contradizione a quelle verità, pur troppo internamente conosciute anco da loro medesimi, solo per tener bassa nel concetto del numeroso e poco intelligente vulgo l'altrui reputazione. Di simili conclusioni false, ricevute per vere e di agevolissima confutazione, non pic-

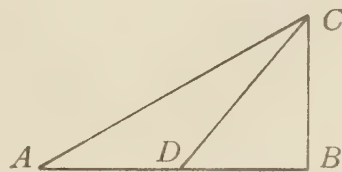
col numero ne ho io sentite dal nostro Academico, di parte delle quali ho anco tenuto registro.

Sagr. E V. S. non dovrà privarcene, ma a suo tempo farcene parte, quando ben anco bisognasse in grazia loro fare una particolar sessione. Per ora, continuando il nostro filo, parmi che sin qui abbiamo fermata la definizione del moto uniformemente accelerato, del quale si tratta ne i discorsi che seguono; ed è:

Moto equabilmente, ossia uniformemente accelerato, diciamo quello che, a partire dalla quiete, in tempi eguali acquista eguali momenti di velocità.

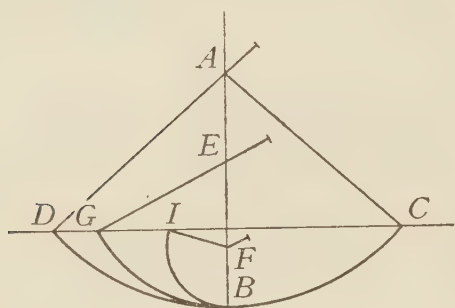
Salv. Fermata cotal definizione, un solo principio domanda e suppone per vero l'Autore, cioè:

Assumo che i gradi di velocità, acquistati da un medesimo mobile su piani diversamente inclinati, siano eguali allorché sono eguali le elevazioni di quei piani medesimi [12].

Chiama la elevazione di un piano inclinato la perpendicolare che dal termine sublime di esso piano casca sopra la linea orizzontale prodotta per l'infimo termine di esso piano inclinato; come, per intelligenza, essendo la linea *A B* parallela all'orizonte, sopra 'l quale siano inclinati li due piani *C A*, *C D*, la perpendicolare *C B*, cadente sopra l'orizontale *B A*, chiama l'Autore la elevazione de i piani *C A*, *C D*; e suppone che i gradi di velocità del medesimo mobile scendente per li piani inclinati *C A*, *C D*, acquistati ne i termini *A*, *D*, siano eguali, per esser la loro elevazione l'istessa *C B*: e tanto anco si deve intendere il grado di velocità che il medesimo cadente dal punto *C* arebbe nel termine *B*.

Sagr. Veramente mi par che tal supposto abbia tanto del probabile, che meriti di esser senza controversia con-

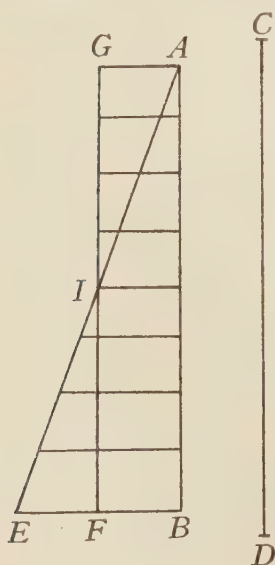
[12] Cfr. *Le Mecaniche*, vol. I, p. 178, dove è esposto un pensiero analogo a questo postulato.

ceduto, intendendo sempre che si rimuovano tutti gl'impedimenti accidentarii ed esterni, e che i piani siano ben solidi e tersi ed il mobile di figura perfettissimamente rotonda, sì che ed il piano ed il mobile non abbiano scabrosità. Rimossi tutti i contrasti ed impedimenti, il lume naturale mi detta senza difficoltà, che una palla grave e perfettamente rotonda, scendendo per le linee *C A*, *C D*, *C B*, giugnerebbe ne i termini *A*, *D*, *B* con impeti eguali.

Salv. Voi molto probabilmente discorrete; ma, oltre al verisimile, voglio con una esperienza accrescer tanto la probabilità, che poco gli manchi all'agguagliarsi ad una ben necessaria dimostrazione. Figuratevi, questo foglio essere una parete eretta all'orizonte, e da un chiodo fitto in essa pendere una palla di piombo d'un'oncia o due, sospesa dal sottil filo *A B*, lungo due o tre braccia, perpendicolare all'orizonte, e nella parete segnate una linea orizontale *D C*, segante a squadra il perpendicolo *A B*, il quale sia lontano dalla parete due dita in circa; trasferendo poi il filo *A B* con la palla in *A C*, lasciate essa palla in libertà: la quale primieramente vedrete scendere descrivendo l'arco *C B D*, e di tanto trapassare il termine *B*, che, scorrendo per l'arco *B D*, sormonterà sino quasi alla segnata parallela *C D*, restando di pervenirvi per piccolissimo intervallo, toltogli il precisamente arrivarvi dall'impedimento dell'aria e del filo; dal che possiamo veracemente concludere, che l'impeto acquistato nel punto *B* dalla palla, nello scendere per l'arco *C B*, fu tanto, che bastò a risospingersi per un simile arco *B D* alla medesima altezza [13]. Fatta e più volte reiterata cotale esperienza, voglio che ficchiamo nella parete, rasente

[13] Galilei si avvale per questa dimostrazione delle sue esperienze sulle oscillazioni pendolari e della legge enunciata poco più sopra, che un corpo cadendo acquista tanta velocità che gli consente di ritornare all'altezza da cui era disceso.

al perpendicolo *A B*, un chiodo, come in *E* o vero in *F*, che sporga in fuori cinque o sei dita, e questo acciò che il filo *A C*, tornando, come prima, a riportar la palla *C* per l'arco *C B*, giunta che ella sia in *B*, intoppando il filo nel chiodo *E*, sia costretta a camminare per la circonferenza *B G*, descritta intorno al centro *E*; dal che vedremo quello che potrà far quel medesimo impeto che, dianzi, concepito nel medesimo termine *B*, sospinse l'istesso mobile per l'arco *B D* all'altezza della orizontale *C D*. Ora, Signori, voi vedrete con gusto condursi la palla all'orizontale nel punto *G*, e l'istesso accadere se l'intoppo si mettesse più basso, come in *F*, dove la palla descriverebbe l'arco *B I*, terminando sempre la sua salita precisamente nella linea *C D*; e quando l'intoppo del chiodo fusse tanto basso che l'avanzo del filo sotto di lui non arrivasse all'altezza di *C D* (il che accaderebbe quando fusse più vicino al punto *B* che al segamento dell'*A B* con l'orizontale *C D*), allora il filo cavalcherebbe il chiodo e se gli avvolgerebbe intorno. Questa esperienza non lascia luogo di dubitare della verità del supposto: imperò che, essendo li due archi *C B*, *D B* eguali e similmente posti, l'acquisto di momento fatto per la scesa nell'arco *C B* è il medesimo che il fatto per la scesa dell'arco *D B*; ma il momento acquistato in *B* per l'arco *C B* è potente a risospingere in su il medesimo mobile per l'arco *B D*; adunque anco il momento acquistato nella scesa *D B* è eguale a quello che sospigne l'istesso mobile per il medesimo arco da *B* in *D*; sì che, universalmente, ogni momento acquistato per la scesa d'un arco è eguale a quello che può far risalire l'istesso mobile per il medesimo arco: ma i momenti tutti che fanno risalire per tutti gli archi *B D*, *B G*, *B I* sono eguali, poiché son fatti dall'istesso medesimo momento acquistato per la scesa *C B*, come mostra l'esperienza; adunque tutti i momenti che si acquistano per le scese ne gli archi *D B*, *G B*, *I B* sono eguali.

Sagr. Il discorso mi par concludentissimo, e l'esperienza tanto accomodata per verificare il postulato, che molto ben sia degno d'esser conceduto come se fusse dimostrato.

Salv. Io non voglio, Sig. Sagredo, che noi ci pigliamo più del dovere, e massimamente che di questo assunto ci abbiamo a servire principalmente ne i moti fatti sopra superficie rette, e non sopra curve, nelle quali l'accelerazione procede con gradi molto differenti da quelli con i quali noi pigliamo ch'ella proceda ne' piani retti. Di modo che, se ben l'esperienza addotta ci mostra che la scesa per l'arco *C B* conferisce al mobile momento tale, che può ricondurlo alla medesima altezza per qualsivoglia arco *B D*, *B G*, *B I*, noi non possiamo con simile evidenza mostrare che l'istesso accadesse quando una perfettissima palla dovesse scendere per piani retti, inclinati secondo le inclinazioni delle corde di questi medesimi archi; anzi è credibile che, formandosi angoli da essi piani retti nel termine *B*, la palla scesa per l'inclinato secondo la corda *C B*, trovando intoppo ne i piani ascendenti secondo le corde *B D*, *B G*, *B I*, nell'urtare in essi perderebbe del suo impeto, né potrebbe, salendo, condursi all'altezza della linea *C D*: ma levato l'intoppo, che progiudica all'esperienza, mi par bene che l'intelletto resti capace, che l'impeto (che in effetto piglia vigore dalla quantità della scesa) sarebbe potente a ricondurre il mobile alla medesima altezza. Prendiamo dunque per ora questo come postulato, la verità assoluta del quale ci verrà poi stabilita dal vedere altre conclusioni, fabbricate sopra tale ipotesi, rispondere e puntualmente confrontarsi con l'esperienza. Supposto dall'Autore questo solo principio, passa alle proposizioni, dimostrativamente concludendole; delle quali la prima è questa:

G A C I E F B D

TEOREMA I. PROPOSIZIONE I

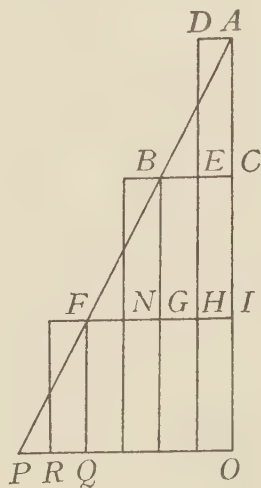
Il tempo in cui uno spazio dato è percorso da un mobile con moto uniformemente accelerato a partire dalla quiete, è eguale al tempo in cui quel medesimo spazio sarebbe percorso dal medesimo mobile mosso di moto equabile, il cui grado di velocità sia sudduplo [*la metà*] del grado di velocità ultimo e massimo [raggiunto dal mobile] nel precedente moto uniformemente accelerato.

TEOREMA 2. PROPOSIZIONE 2

Se un mobile scende, a partire dalla quiete, con moto uniformemente accelerato, gli spazi percorsi da esso in tempi qualsiasi stanno tra di loro in duplicata proporzione dei tempi [*in un rapporto pari al rapporto dei tempi moltiplicato per se stesso*], cioè stanno tra di loro come i quadrati dei tempi.

COROLLARIO I

Di qui è manifesto che, se dal primo istante o inizio del moto avremo preso successivamente un numero qualsiasi di tempi eguali, come ad esempio *A D*, *D E*, *E F*, *F G*, nei quali siano percorsi gli spazi *H L*, *L M*, *M N*, *N I*, questi spazi staranno tra di loro come i numeri impari *ab unitate*, cioè come 1, 3, 5, 7: questa è infatti la proporzione tra gli eccessi dei quadrati delle linee che si eccedono egualmente e il cui eccesso è eguale alla minima di esse, o vogliam dire tra i numeri quadrati consecutivi *ab unitate*. Pertanto, mentre i gradi di velocità aumentano in tempi eguali secondo la serie dei numeri semplici, gli spazi percorsi nei medesimi tempi acquistano incrementi secondo la serie dei numeri impari *ab unitate*.

Sagr. Sospendete, in grazia, alquanto la lettura, mentre io vo ghiribizando intorno a certo concetto pur ora cascatomi in mente; per la spiegatura del quale, per mia e per vostra più chiara intelligenza, fo un poco di disegno. Dove mi figuro per la linea *A I* la continuazione del tempo dopo il primo instante in *A*; applicando poi in *A*, secondo qualsivoglia angolo, la retta *A F*, e congiugnendo i termini *I*, *F*, diviso il tempo *A I* in mezo in *C*, tiro la *C B* parallela alla *I F*; considerando poi la *C B* come grado massimo della velocità che, cominciando dalla quiete nel primo instante del tempo *A*, si andò augumentando secondo il crescimento delle parallele alla *B C*, prodotte nel triangolo *A B C* (che è il medesimo che crescere secondo che cresce il tempo), ammetto senza controversia, per i discorsi fatti sin qui, che lo spazio passato dal mobile cadente con la velocità accresciuta nel detto modo sarebbe eguale allo spazio che passerebbe il medesimo mobile quando si fusse

nel medesimo tempo *A C* mosso di moto uniforme, il cui grado di velocità fusse eguale all'*E C*, metà del *B C*. Passo ora più oltre, e figuratomi, il mobile sceso con moto accelerato trovarsi nell'instante *C* avere il grado di velocità *B C*, è manifesto, che se egli continuasse di muoversi con l'istesso grado di velocità *B C* senza più accelerarsi, passerebbe nel seguente tempo *C I* spazio doppio di quello che ei passò nell'egual tempo *A C* col grado di velocità uniforme *E C*, metà del grado *B C*; ma perché il mobile scende con velocità accresciuta sempre uniformemente in tutti i tempi eguali, aggiugnerà al grado *C B* nel seguente tempo *C I* quei momenti medesimi di velocità crescente secondo le parallele del triangolo *B F G*, eguale al triangolo *A B C*: sì che, aggiunto al grado di velocità *G I* la metà del grado *F G*, massimo degli acquistati nel moto accelerato e regolati dalle parallele del triangolo *B F G*, aremo il grado di velocità *I N*, col quale di moto uniforme si sarebbe mosso nel tempo *C I*; il qual grado *I N* essendo triplo del grado *E C*, convince, lo spazio passato nel secondo tempo *C I* dovere esser triplo del passato nel primo tempo *C A*. E se noi intenderemo, esser aggiunta all'*A I* un'altra ugual parte di tempo *I O*, ed accresciuto il triangolo sino in *A P O*, è manifesto, che quando si continuasse il moto per tutto 'l tempo *I O* col grado di velocità *I F*, acquistato nel moto accelerato nel tempo *A I*, essendo tal grado *I F* quadruplo dell'*E C*, lo spazio passato nel tempo *I O* sarebbe quadruplo del passato nell'egual primo tempo *A C*; ma continuando l'accrescimento dell'uniforme accelerazione nel triangolo *F P Q* simile a quello del triangolo *A B C*, che ridotto a moto equabile aggiugne il grado eguale all'*E C*, aggiunto il *Q R* eguale all'*E C*, aremo tutta la velocità equabile esercitata nel tempo *I O* quintupla dell'equabile del primo tempo *A C*, e però lo spazio passato quintuplo del passato nel primo tempo *A C*. Vedesi dunque anco in questo semplice calcolo, gli spazii passati in tempi uguali dal mobile che, partendosi dalla quiete, va acquistando velocità conforme all'accrescimento del tempo, esser tra di loro come i numeri impari *ab unitate* 1, 3, 5, e, congiuntamente presi gli spazii pas-

sati, il passato nel doppio tempo esser quadruplo del passato nel sudduplo, il passato nel tempo triplo esser nonuplo, ed in somma gli spazii passati essere in duplicata proporzione de i tempi, cioè come i quadrati di essi tempi.

Simp. Io veramente ho preso più gusto in questo semplice e chiaro discorso del Sig. Sagredo, che nella per me più oscura dimostrazione dell'Autore; sì che io resto assai ben capace che il negozio deva succeder così, posta e ricevuta la definizione del moto uniformemente accelerato. Ma se tale sia poi l'accelerazione della quale si serve la natura nel moto de i suoi gravi descendenti, io per ancora ne resto dubbioso; e però, per intelligenza mia e di altri simili a me, parmi che sarebbe stato opportuno in questo luogo arrecar qualche esperienza di quelle che si è detto esservene molte, che in diversi casi s'accordano con le conclusioni dimostrate.

Salv. Voi, da vero scienziato, fate una ben ragionevol domanda; e così si costuma e conviene nelle scienze le quali alle conclusioni naturali applicano le dimostrazioni matematiche, come si vede ne i perspettivi, negli astronomi, ne i mecanici, ne i musici ed altri, li quali con sensate esperienze confermano i principii loro, che sono i fondamenti di tutta la seguente struttura: e però non voglio che ci paia superfluo se con troppa lunghezza aremo discorso sopra questo primo e massimo fondamento, sopra 'l quale s'appoggia l'immensa machina d'infinite conclusioni, delle quali solamente una piccola parte ne abbiamo in questo libro, poste dall'Autore, il quale arà fatto assai ad aprir l'ingresso e la porta stata sin or serrata agl'ingegni specolativi. Circa dunque all'esperienze, non ha tralasciato l'Autor di farne; e per assicurarsi che l'accelerazione de i gravi naturalmente descendenti segua nella proporzione sopradetta, molte volte mi son ritrovato io a farne la prova nel seguente modo, in sua compagnia.

In un regolo, o vogliàn dir corrente, di legno, lungo circa 12 braccia, e largo per un verso mezo bracio e per l'altro 3 dita, si era in questa minor larghezza incavato un canaletto, poco più largo d'un dito; tiratolo drittissimo, e, per averlo ben pulito e liscio, incollatovi dentro una carta

pecora zannata e lustrata al possibile, si faceva in esso scendere una palla di bronzo durissimo, ben rotondata e pulita; costituito che si era il detto regolo pendente, elevando sopra il piano orizzontale una delle sue estremità un braccio o due ad arbitrio, si lasciava (come dico) scendere per il detto canale la palla, notando, nel modo che appresso dirò, il tempo che consumava nello scorrerlo tutto, replicando il medesimo atto molte volte per assicurarsi bene della quantità del tempo, nel quale non si trovava mai differenza né anco della decima parte d'una battuta di polso. Fatta e stabilita precisamente tale operazione, facemmo scender la medesima palla solamente per la quarta parte della lunghezza di esso canale; e misurato il tempo della sua scesa, si trovava sempre puntualissimamente esser la metà dell'altro: e facendo poi l'esperienze di altre parti, esaminando ora il tempo di tutta la lunghezza col tempo della metà, o con quello delli duo terzi o de i $^3/_4$, o in conclusione con qualunque altra divisione, per esperienze ben cento volte replicate sempre s'incontrava, gli spazii passati esser tra di loro come i quadrati e i tempi, e questo in tutte le inclinazioni del piano, cioè del canale nel quale si faceva scender la palla; dove osservammo ancora, i tempi delle scese per diverse inclinazioni mantener esquisitamente tra di loro quella proporzione che più a basso troveremo essergli assegnata e dimostrata dall'Autore [14]. Quanto poi alla misura

[14] Fin dal 1593, nelle *Mecaniche*, Galilei aveva pensato di collegare il moto dei corpi in caduta naturale con quello lungo i piani inclinati: in quel trattato infatti si afferma che la caduta dei corpi verso il centro della terra non segue necessariamente la linea retta, perpendicolare, ma una linea che abbia comunque un'inclinazione verso il centro, come appunto l'acqua che pur cadendo da qualche altezza perpendicolarmente, poi scorre sulla terra «sopra linee, benché pochissimo, inclinate», o come avviene per i fiumi. È da ritenere che, se non collegò subito l'esperienza dei piani inclinati al moto uniformemente accelerato, ciò fu dovuto alla suggestione su di lui esercitata dalla più evidente relazione tra la velocità e spazio. Ma già la lettera del 29 novembre 1602 a Guidobaldo del Monte mostra che Galilei attraverso l'esame delle proprietà dei corpi cadenti per archi e corde, in base alle leggi delle oscillazioni pendolari, tendeva a determinare le leggi di caduta lungo piani inclinati. L'insistenza qui confessata nel ripetere «cento volte» l'esperimento della palla corrente lungo un piano inclinato è in relazione alla ricerca della legge e perciò ci pare che

del tempo, si teneva una gran secchia piena d'acqua, attaccata in alto, la quale per un sottil cannellino, saldatogli nel fondo, versava un sottil filo d'acqua, che s'andava ricevendo con un piccol bicchiero per tutto 'l tempo che la palla scendeva nel canale e nelle sue parti: le particelle poi dell'acqua, in tal guisa raccolte, s'andavano di volta in volta con esattissima bilancia pesando, dandoci le differenze e proporzioni de i pesi loro le differenze e proporzioni de i tempi; e questo con tal giustezza, che, come ho detto, tali operazioni, molte e molte volte replicate, già mai non differivano d'un notabil momento.

Simp. Gran sodisfazione arei ricevuta nel trovarmi presente a tali esperienze: ma sendo certo della vostra diligenza nel farle e fedeltà nel referirle, mi quieto, e le ammetto per sicurissime e vere.

Salv. Potremo dunque ripigliar la nostra lettura, e seguitare avanti.

COROLLARIO 2

In secondo luogo si ricava che, se si prendono, a partire dall'inizio del moto, due spazi qualsiasi percorsi in tempi qualsiasi, i rispettivi tempi staranno tra di loro come uno dei due spazi sta al medio proporzionale tra i due spazi dati.

SCOLIO

Ora, quanto si è dimostrato riguardo ai moti verticali, si intenda verificarsi similmente anche nei moti sopra piani comunque inclinati: si è infatti assunto che, in questi ultimi, il grado di accelerazione aumenti sempre secondo la medesima proporzione, ossia secondo l'incremento del tempo, o vogliam dire secondo la prima serie semplice dei numeri.

Sal. [15] Qui vorrei, Sig. Sagredo, che a me ancora fosse permesso, se ben forsi con troppo tedio del Sig. Simplicio,

l'intervento dell'esperienza nella determinazione di una legge scientifica sia per lui necessario e decisivo. Ciò costituiva del resto un profondo convincimento di Galilei, che riconobbe sempre l'importanza decisiva della tecnica e dell'esperienza per il progresso del sapere.

[15] Segue qui, fino all'interlinea successivamente indicata a p. 751 un brano che Galilei voleva inserire a questo punto e che fu steso in forma dialogata dal Viviani. Si veda la lettera al Castelli del 3 dicembre 1639 (vol. I, pp. 971-73).

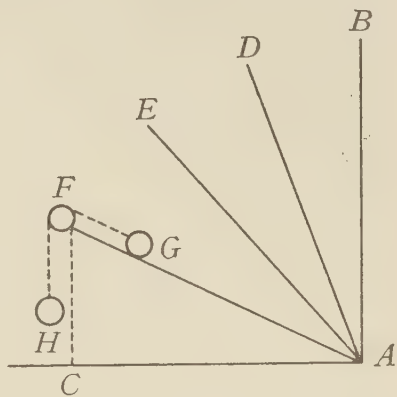
il differir per un poco la presente lettura, fin ch'io possa esplicare quanto dal detto e dimostrato fin ora, e congiuntamente dalla notizia d'alcune conclusioni mecaniche apprese già dal nostro Academico, sovviemmi adesso di poter soggiugnere per maggior confermazione della verità del principio che sopra con probabili discorsi ed esperienze fu da noi esaminato, anzi, quello più importa, per geometricamente concluderlo, dimostrando prima un sol lemma, elementare nella contemplazione de gl'impeti.

Sagr. Mentre tale deva esser l'acquisto quale V. S. ci promette, non vi è tempo che da me volentierissimo non si spendesse, trattandosi di confermare e interamente stabilire queste scienze del moto: e quanto a me, non solo vi concedo il poter satisfarvi in questo particolare, ma di più pregovi ad appagare quanto prima la curiosità che mi avete in esso svegliata; e credo che il Sig. Simplicio abbia ancora il medesimo sentimento.

Simp. Non posso dire altrimenti.

Salv. Già che dunque me ne date licenza, considerisi in primo luogo, come effetto notissimo, che i momenti o le velocità d'un istesso mobile son diverse sopra diverse inclinazioni di piani, e che la massima è per la linea perpendicolarmente sopra l'orizonte elevata, e che per l'altre inclinate si diminuisce tal velocità, secondo che quelle più dal perpendicolo si discostano, cioè più obliquamente s'inclinano; onde l'impeto, il talento, l'energia, o vogliamo dire il momento, del descendere vien diminuito nel mobile dal piano soggetto, sopra il quale esso mobile s'appoggia e descende.

E per meglio dichiararmi, intendasi la linea $A B$, perpendicolarmente eretta sopra l'orizonte $A C$; pongasi poi la medesima in diverse inclinazioni verso l'orizonte piegata, come in $A D$, $A E$, $A F$, etc.: dico, l'impeto massimo e totale del grave per descendere esser per la perpendicolare $B A$, minor di questo per la $D A$, e minore ancora per la $E A$, e successivamente andarsi diminuendo per la più inclinata $F A$, e finalmente esser del tutto estinto nella orizontale $C A$, dove il mobile si trova indifferente al moto e

alla quiete, e non ha per se stesso inclinazione di muoversi verso alcuna parte, né meno alcuna resistenza all'esser mosso; poiché, sì come è impossibile che un grave o un composto di essi si muova naturalmente all'in su, discostandosi dal comun centro verso dove conspirano tutte le cose gravi, così è impossibile che egli spontaneamente si muova, se con tal moto il suo proprio centro di gravità non acquista avvicinamento al sudetto centro comune: onde sopra l'orizontale, che qui s'intende per una superficie egualmente lontana dal medesimo centro, e perciò affatto priva d'inclinazione, nullo sarà l'impeto o momento di detto mobile.

Appresa questa mutazione d'impeto, mi fa qui mestier esplicare quello che in un antico trattato di mecaniche, scritto già in Padova dal nostro Academico sol per uso de' suoi discepoli, fu diffusamente e concludentemente dimostrato, in occasione di considerare l'origine e natura del maraviglioso strumento della vita [16]; ed è con qual proporzione si faccia tal mutazione d'impeto per diverse inclinazioni di piani: come, per esempio, del piano inclinato *A F* tirando la sua elevazione sopra l'orizonte, cioè la linea *F C*, per la quale l'impeto d'un grave ed il momento del descendere è il massimo, cercasi qual proporzione abbia questo momento al momento dell'istesso mobile per l'inclinata *F A*; qual proporzione dico esser reciproca delle dette lunghezze: e questo sia il lemma da premettersi al teorema, che dopo io spero di poter dimostrare. Qui è manifesto, tanto essere l'impeto del descendere d'un grave, quanta è la resistenza o forza minima che basta per proibirlo e fermarlo: per tal forza e resistenza, e sua misura, mi voglio servire della gravità d'un altro mobile. Intendasi ora, sopra il piano *F A*

[16] È il trattato *Le Mecaniche*, vol. I, pp. 139 segg.

posare il mobile *G*, legato con un filo che, cavalcando sopra l'*F*, abbia attaccato un peso *H*; e consideriamo che lo spazio della scesa o salita a perpendicolo di esso è ben sempre eguale a tutta la salita o scesa dell'altro mobile *G* per l'inclinata *A F*, ma non già alla salita o scesa a perpendicolo, nella qual sola esso mobile *G* (sì come ogn'altro mobile) esercita la sua resistenza. Il che è manifesto. Imperoché considerando, nel triangolo *A F C* il moto del mobile *G*, per esempio all'in su da *A* in *F*, esser composto del trasversale orizontale *A C* e del perpendicolare *C F*; ed essendo che quanto all'orizontale, nessuna, come s'è detto, è la resistenza del medesimo all'esser mosso (non facendo con tal moto perdita alcuna, né meno acquisto, in riguardo della propria distanza dal comun centro delle cose gravi, che nell'orizonte si conserva sempre l'istessa); resta, la resistenza esser solamente rispetto al dover salire la perpendicolare *C F*. Mentre che dunque il grave *G*, movendosi da *A* in *F*, resiste solo, nel salire, lo spazio perpendicolare *C F*, ma che l'altro grave *H* scende a perpendicolo necessariamente quanto tutto lo spazio *F A*, e che tal proporzione di salita e scesa si mantien sempre l'istessa, poco o molto che sia il moto de i detti mobili (per esser collegati insieme); possiamo assertivamente affermare, che quando debba seguire l'equilibrio, cioè la quiete tra essi mobili, i momenti, le velocità, o le lor propensioni al moto, cioè gli spazii che da loro si passerebbero nel medesimo tempo, devon rispondere reciprocamente alle loro gravità, secondo quello che in tutti i casi de' movimenti mecanici si dimostra: sì che basterà, per impedire la scesa del *G*, che lo *H* sia tanto men grave di quello, quanto a proporzione lo spazio *C F* è minore dello spazio *F A*. Sia fatto, dunque, come *F A* ad *F C*, così il grave *G* al grave *H*; ché allora seguirà l'equilibrio, cioè i gravi *H*, *G* averanno momenti eguali, e cesserà il moto de i detti mobili. E perché siamo convenuti, che di un mobile tanto sia l'impeto, l'energia, il momento, o la propensione al moto, quanta è la forza o resistenza minima che basta a fermarlo, e s'è concluso che il grave *H* è bastante a proibire il moto al grave *G*, adunque il minor peso *H*, che nella perpendi-

colare *F C* esercita il suo momento totale, sarà la precisa misura del momento parziale che il maggior peso *G* esercita per il piano inclinato *F A*; ma la misura del total momento del medesimo grave *G* è egli stesso (poiché per impedire la scesa perpendicolare d'un grave si richiede il contrasto d'altrettanto grave, che pur sia in libertà di muoversi perpendicolarmente); adunque l'impeto o momento parziale del *G* per l'inclinata *F A*, all'impeto massimo e totale dell'istesso *G* per la perpendicolare *F C*, starà come il peso *H* al peso *G*, cioè, per la costruzione, come essa perpendicolare *F C*, elevazione dell'inclinata, alla medesima inclinata *F A*: che è quello che per lemma si propose di dimostrare [17], e che dal nostro Autore, come vedranno, vien supposto per noto nella seconda parte della sesta proposizione del presente trattato.

Sagr. Da questo che V. S. ha concluso fin qui, parmi che facilmente si possa dedurre, argumentando *ex æquali* con la proporzione perturbata, che i momenti dell'istesso mobile per piani diversamente inclinati, come *F A*, *F I*, che abbino l'istessa elevazione, son fra loro in reciproca proporzione de' medesimi piani.

Salv. Verissima conclusione. Fermato questo, passerò adesso a dimostrare il teorema, cioè che:

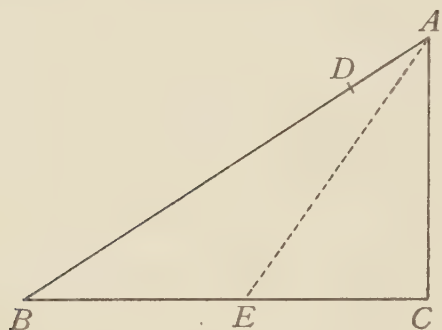
> I gradi di velocità d'un mobile descendente con moto naturale dalla medesima sublimità per piani in qualsivoglia modo inclinati, all'arrivo all'orizonte son sempre eguali, rimossi gl'impedimenti [18].

Qui devesi prima avvertire, che stabilito che in qualsivoglino inclinazioni il mobile dalla partita dalla quiete vada crescendo la velocità, o la quantità dell'impeto, con la proporzione del tempo (secondo la definizione data dall'Autore al moto naturalmente accelerato), onde, com'egli ha per l'antecedente proposizione dimostrato, gli spazii passati sono in duplicata proporzione de' tempi, e conseguentemente de' gradi di velocità; quali furono gl'impeti nella

[17] Cfr. *Le Mecaniche*, vol. I, p. 179.

[18] Per una premessa di questo postulato cfr. *Le Mecaniche*, loc. cit.

prima mossa, tali proporzionalmente saranno i gradi delle velocità guadagnati nell'istesso tempo, poiché e questi e quelli crescono con la medesima proporzione nel medesimo tempo.

Ora sia il piano inclinato *A B*, la sua elevazione sopra l'orizonte la perpendicolare *A C*, e l'orizontale *C B*; e perché, come poco fa si è concluso, l'impeto d'un mobile per la perpendicolare *A C*, all'impeto del medesimo per l'inclinata *A B*, sta come *A B* ad *A C*, prendasi nell'inclinata *A B* la *A D*, terza proporzionale delle *A B*, *A C*: l'impeto dunque per *A C* all'impeto per la *A B*, cioè per la *A D*, sta come la *A C* all'*A D*; e perciò il mobile nell'istesso tempo che passerebbe lo spazio perpendicolare *A C*, passerà ancora lo spazio *A D* nell'inclinata *A B* (essendo i momenti come gli spazii), ed il grado di velocità in *C* al grado di velocità in *D* averà la medesima proporzione della *A C* alla *A D*. Ma il grado di velocità in *B* al medesimo grado in *D* sta come il tempo per *A B* al tempo per *A D*, per la definizione del moto accelerato, ed il tempo per *A B* al tempo per *A D* sta come la medesima *A C*, media tra le *B A*, *A D*, alla *A D*, per l'ultimo corollario della seconda proposizione; adunque i gradi in *B* ed in *C* al grado in *D* hanno la medesima proporzione della *A C* alla *A D*, e però sono eguali: che è il teorema che intesi di dimostrare.

Da questo potremo più concludentemente provare la seguente terza proposizione dell'Autore, nella quale egli si vale del principio; ed è che il tempo per l'inclinata al tempo per la perpendicolare ha l'istessa proporzione di essa inclinata e perpendicolare. Imperoché diciamo: quando *B A* sia il tempo per *A B*, il tempo per *A D* sarà la media tra esse, cioè la *A C*, per il secondo corollario della seconda proposizione; ma quando *A C* sia il tempo per *A D*, sarà anco il tempo per *A C*, per essere le *A D*, *A C* scorse in tempi

eguali; e però quando $B A$ sia il tempo per $A B$, $A C$ sarà il tempo per $A C$; adunque, come $A B$ ad $A C$, così il tempo per $A B$ al tempo per $A C$.

Col medesimo discorso si proverà, che il tempo per $A C$ al tempo per altra inclinata $A E$ sta come la $A C$ alla $A E$; adunque, *ex æquali*, il tempo per l'inclinata $A B$ al tempo dell'inclinata $A E$ sta omologamente come la $A B$ alla $A E$, etc.

Potevasi ancora dall'istesso progresso del teorema, come vedrà benissimo il Sig. Sagredo, dimostrar immediatamente la sesta proposizione dell'Autore: ma basti per ora tal digressione, che forsi gli è riuscita troppo tediosa, benché veramente di profitto in queste materie del moto.

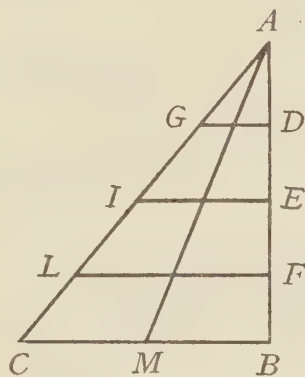
Sagr. Anzi di mio grandissimo gusto, e necessarissima alla perfetta intelligenza di quel principio.

Salv. Ripiglierò dunque la lettura del testo.

TEOREMA 3. PROPOSIZIONE 3

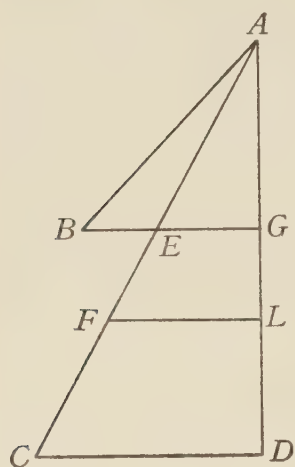
Se un medesimo mobile si muove, a partire dalla quiete, su un piano inclinato e lungo una perpendicolare, che abbiano eguale altezza, i tempi dei moti staranno tra di loro come le lunghezze [rispettivamente] del piano e della perpendicolare.

A G D I E L F C M B

Sagr. Parmi che assai chiaramente e con brevità si poteva concludere il medesimo, essendosi già concluso che la somma del moto accelerato de i passaggi per $A C$, $A B$ è quanto il moto equabile il cui grado di velocità sia suddupio al grado massimo $C B$; essendo dunque passati li due spazii $A C$, $A B$ con l'istesso moto equabile, già è manifesto, per la proposizione prima del primo, che i tempi de' passaggi saranno come gli spazii medesimi.

COROLLARIO

Di qui si ricava che i tempi impiegati a scendere su piani diversamente inclinati, purché però abbiano la medesima elevazione, stanno tra di loro come le rispettive lunghezze.

TEOREMA 4. PROPOSIZIONE 4

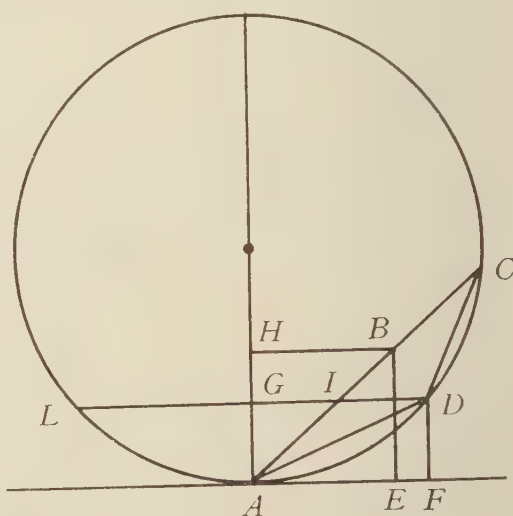
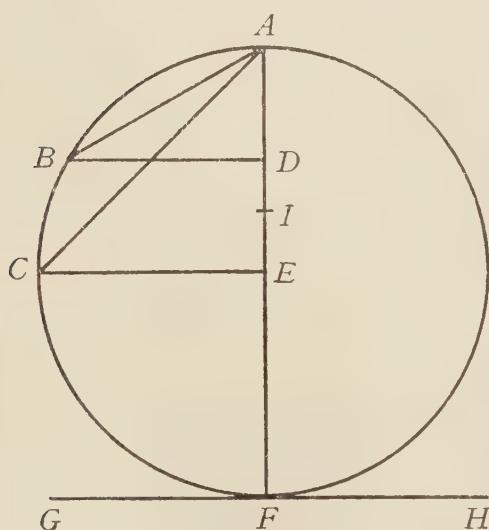
I tempi dei moti su piani di eguale lunghezza, ma di diversa inclinazione, stanno tra di loro in sudduplicata proporzione delle elevazioni dei medesimi piani permutatamente prese [*in un rapporto pari alla radice quadrata del rapporto inverso tra le elevazioni*].

TEOREMA 5. PROPOSIZIONE 5

La proporzione tra i tempi delle discese su piani di diversa inclinazione e lunghezza e di elevazione pure diseguale, è composta dalla proporzione tra le rispettive lunghezze e della sudduplicata proporzione delle elevazioni permutatamente prese.

TEOREMA 6. PROPOSIZIONE 6

Se dal più alto o dal più basso punto di un cerchio eretto sull'orizzonte si conducono piani inclinati qualsiasi fino alla circonferenza, i tempi delle discese lungo tali piani saranno eguali [19].

COROLLARIO I

Di qui si ricava che i tempi delle discese lungo tutte le corde condotte dagli estremi *C* o *D*, sono tra di loro eguali.

[19] « Di qui si ricava che dei gravi impiegano lo stesso tempo a percorrere piani diseguali e di diversa inclinazione, purché quale è la proporzione che la lunghezza del piano maggiore ha alla lunghezza dell'altro piano, tale, ma duplicata, sia anche quella che la perpendicolare del piano maggiore ha alla perpendicolare del piano minore ». (frammento VIII, p. 393).

COROLLARIO 2

Si ricava inoltre che, se da un medesimo punto partono una perpendicolare e un piano inclinato tali, che i tempi di discesa lungo di essi siano eguali, quella perpendicolare e quel piano inclinato risultano [inscrivibili] in un semicerchio, il cui diametro è la perpendicolare medesima.

COROLLARIO 3

Si ricava anche che i tempi dei moti sopra piani inclinati sono eguali allorché le elevazioni di tratti eguali di tali piani staranno tra di esse come le lunghezze dei piani medesimi: si è infatti mostrato, nella penultima figura, che i tempi delle discese per $C A$ e $D A$ sono eguali, quando l'elevazione del tratto $A B$, eguale ad $A D$, ossia $B E$, sta alla elevazione $D F$ come $C A$ sta a $D A$.

Sagr. Sospenda in grazia V. S. per un poco la lettura delle cose che seguono, sin che io mi vo risolvendo sopra certa contemplazione che pur ora mi si rivolge per la mente; la quale, quando non sia una fallacia, non è lontana dall'essere uno scherzo grazioso, quali sono tutti quelli della natura o della necessità.

È manifesto, che se da un punto segnato in un piano orizontale si faranno produr sopra 'l medesimo piano infinite linee rette per tutti i versi, sopra ciascuna delle quali s'intenda muoversi un punto con moto equabile, cominciandosi a muover tutti nell'istesso momento di tempo dal segnato punto, e che siano le velocità di tutti eguali, si verranno conseguentemente a figurar da essi punti mobili circonferenze di cerchi, tuttavia maggiori e maggiori, concentrici tutti intorno al primo punto segnato; giusto in quella maniera che vediamo farsi dall'ondette dell'acqua stagnante, dopo che da alto vi sia caduto un sassetto, la percossa del quale serve per dar principio di moto verso tutte le parti, e resta come centro di tutti i cerchi che vengon disegnati, successivamente maggiori e maggiori, da esse ondette. Ma se noi intenderemo un piano eretto all'orizonte, ed in esso piano notato un punto sublime, dal quale si portano infinite linee inclinate secondo tutte le inclinazioni, sopra le quali ci figuriamo descender mobili gravi, ciasche-

duno con moto naturalmente accelerato, con quelle velocità che alle diverse inclinazioni convengono; posto che tali mobili descendenti fusser continuamente visibili, in che sorti di linee gli vedremmo noi continuamente disposti? Qui nasce la mia maraviglia, mentre le precedenti dimostrazioni mi assicurano che si vedranno sempre tutti nell'istessa circonferenza di cerchi successivamente crescenti, secondo che i mobili nello scendere si vanno più e più successivamente allontanando dal punto sublime, dove fu il principio della lor caduta. E per meglio dichiararmi, segnisi il punto sublime *A*, dal quale descendano linee secondo qualsivogliano inclinazioni *A F*, *A H*, e la perpendicolare *A B*, nella quale presi i punti *C*, *D* descrivansi intorno ad essi cerchi che passino per il punto *A*, segando le linee inclinate ne i punti *F*, *H*, *B*, *E*, *G*, *I*: è manifesto, per le antecedenti dimostrazioni, che partendosi nell'istesso tempo dal termine *A* mobili descendenti per esse linee, quando l'uno sarà in *E*, l'altro sarà in *G* e l'altro in *I*; e così, continuando di scendere, si troveranno nell'istesso momento di tempo in *F*, *H*, *B*; e continuando di muoversi questi ed altri infiniti per le infinite diverse inclinazioni, si troveranno sempre successivamente nelle medesime circonferenze, fatte maggiori e maggiori in infinito. Dalle due specie dunque di moti, delle quali la natura si serve, nasce con mirabil corrispondente diversità la generazione di cerchi infiniti: quella si pone, come in sua sede e principio originario, nel centro d'infiniti cerchi concentrici; questa si costituisce nel contatto subblime delle infinite circonferenze di cerchi, tutti tra loro eccentrici: quelli nascono da moti tutti eguali ed equabili; questi, da moti tutti sempre inequabili in se stessi, e diseguali l'uno dall'altro tutti, che sopra le differenti infinite inclinazioni si

esercitano. Ma più aggiunghiamo, che se da i due punti assegnati per le emanazioni noi intenderemo eccitarsi linee non per due superficie sole, orizontale ed eretta, ma per tutti i versi, sì come da quelle, cominciandosi da un sol punto, si passava alla produzzione di cerchi, dal minimo al massimo, così, cominciandosi da un sol punto, si verranno producendo infinite sfere, o vogliam dire una sfera che in infinite grandezze si andrà ampliando, e questo in due maniere: cioè, o col por l'origine nel centro, o vero nella circonferenza di tali sfere.

Salv. La contemplazione è veramente bellissima, e proporzionata all'ingegno del Sig. Sagredo.

Simp. Io, restando al meno capace della contemplazione sopra le due maniere del prodursi, con li due diversi moti naturali, i cerchi e le sfere, se bene della produzzione dependente dal moto accelerato e della sua dimostrazione non son del tutto intelligente, tuttavia quel potersi assegnare per luogo di tale emanazione tanto il centro infimo quanto l'altissima sferica superficie, mi fa credere che possa essere che qualche gran misterio si contenga in queste vere ed ammirande conclusioni; misterio, dico, attenente alla creazione dell'universo, il quale si stima essere di forma sferica, ed alla residenza della prima causa.

Salv. Io non ho repugnanza al creder l'istesso. Ma simili profonde contemplazioni si aspettano a più alte dottrine che le nostre: ed a noi deve bastare d'esser quei men degni artefici, che dalle fodine scuoprono e cavano i marmi, ne i quali poi gli scultori industri fanno apparire maravigliose immagini, che sotto roza ed informe scorza stavano ascoste. Or, se così vi piace, seguiremo avanti.

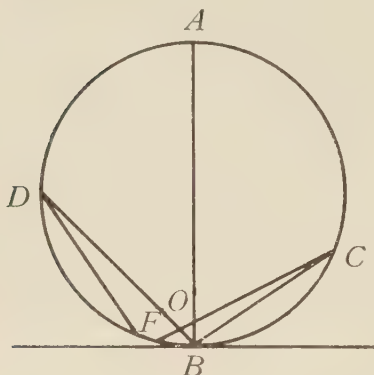
TEOREMA 7. PROPOSIZIONE 7

Se le elevazioni di due piani avranno tra di loro una proporzione doppia di quella posseduta dalle lunghezze dei medesimi piani, su di questi i moti a partire dalla quiete si compiranno in tempi eguali.

TEOREMA 8. PROPOSIZIONE 8

Tra i piani delimitati da un medesimo cerchio eretto sull'orizzonte, su quelli, che terminano nell'estremo inferiore o superiore del

diametro perpendicolare, i tempi delle discese sono eguali al tempo della caduta lungo il diametro; invece sui piani che non raggiungono il diametro, i tempi sono più brevi; infine, sui piani che tagliano il diametro, sono più lunghi.

A
D
C
O
F
B

TEOREMA 9. PROPOSIZIONE 9

Se a partire da un punto di una linea parallela all'orizzonte si conducono due piani comunque inclinati, e questi sono tagliati da una linea, che formi con essi angoli permutatamente [*inversamente*] eguali agli angoli racchiusi dai medesimi piani e dalla orizzontale, i moti lungo i tratti intersecati dalla suddetta linea si compiranno in tempi eguali.

TEOREMA 10. PROPOSIZIONE 10

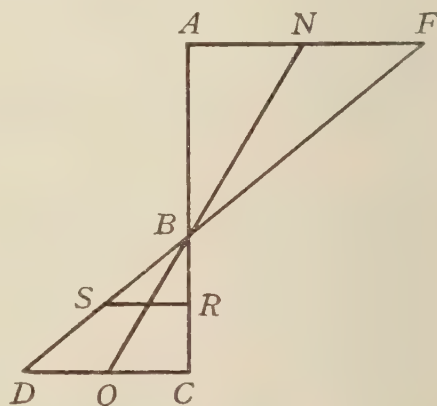
I tempi dei moti sopra piani di diversa inclinazione ma di elevazione eguale, stanno tra di loro come le lunghezze dei piani medesimi, sia che i moti si svolgano a partire dalla quiete, sia che li preceda un moto [iniziato] da una medesima altezza [cfr. fig. a p. 752].

TEOREMA 11. PROPOSIZIONE 11

Se il piano, sul quale si svolge il moto a partire dalla quiete, viene diviso in un modo qualsiasi, il tempo del moto lungo il primo tratto sta al tempo del moto lungo il tratto successivo, come quel medesimo primo tratto sta all'eccesso che, su di esso, ha la media proporzionale tra l'intero piano e il suo primo tratto.

TEOREMA 12. PROPOSIZIONE 12

Se una perpendicolare e un piano comunque inclinato si intersecano tra di loro [nello spazio compreso] tra due medesime linee orizzontali, e se si prendono le medie proporzionali tra ciascuno di essi e la rispettiva parte compresa tra il punto comune di intersezione e la linea orizzontale superiore, il tempo del moto lungo la perpendicolare starà al tempo del moto [complessivo] lungo la parte superiore della perpendicolare e poi lungo la parte inferiore del piano secante, nella medesima proporzione che l'intera lunghezza della perpendicolare ha alla linea composta della media proporzionale presa sulla perpen-

A N F
B
S R
D O C

dicolare, e dell'eccesso dell'intero piano inclinato sulla propria media proporzionale.

PROBLEMA 1. PROPOSIZIONE 13

Data una perpendicolare, condurre ad essa un piano inclinato tale, che, avendo esso elevazione eguale a quella della perpendicolare, il moto su di esso dopo la caduta lungo la perpendicolare si compia in un tempo eguale a quelle della caduta lungo la perpendicolare data a partire dalla quiete.

PROBLEMA 2. PROPOSIZIONE 14

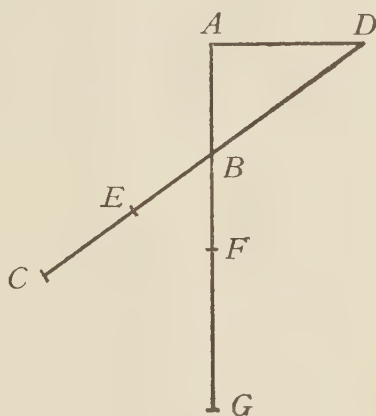
Data una perpendicolare e dato un piano ad essa inclinato, determinare nella parte superiore della perpendicolare un tratto tale, che il tempo impiegato a percorrerlo a partire dalla quiete risulti eguale al tempo impiegato a percorrere il piano inclinato con moto successivo alla caduta lungo il suddetto tratto di perpendicolare.

PROBLEMA 3. PROPOSIZIONE 15

Dati una perpendicolare e un piano ad essa inclinato, determinare sul prolungamento inferiore della perpendicolare un tratto tale, che il tempo impiegato a percorrerlo risulti eguale al tempo impiegato a percorrere il piano inclinato con moto successivo alla caduta lungo la perpendicolare data.

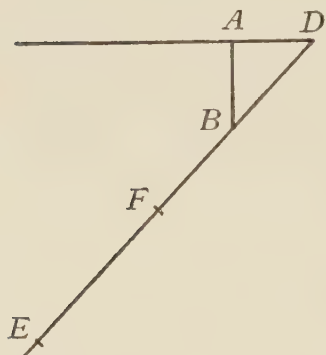
A D B E F C G

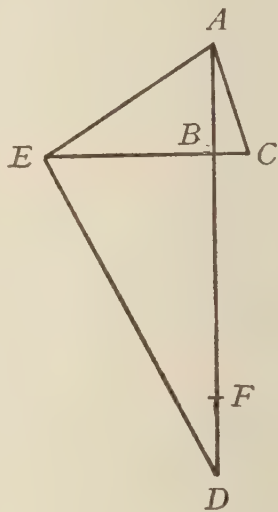
TEOREMA 13. PROPOSIZIONE 16

Se in un punto convergono i tratti di un piano inclinato e di una perpendicolare, tali che risultino eguali i tempi dei moti lungo di essi a partire dalla quiete, un mobile che cada da una qualsiasi altezza più elevata percorrerà più presto il tratto del piano inclinato che non quello della perpendicolare.

COROLLARIO

Da questa e dalla precedente proposizione si ricava che, dopo una caduta dall'alto, lo spazio, che viene percorso lungo la perpendicolare nel medesimo tempo impiegato a percorrere un dato piano inclinato, è minore dello spazio che viene percorso in tempo eguale a quello impiegato a percorrere il piano inclinato senza una precedente caduta dall'alto; tuttavia è maggiore del piano inclinato stesso.

PROBLEMA 4. PROPOSIZIONE 17

Dati una perpendicolare e un piano ad essa inclinato, segnare su questo un tratto tale, che un mobile, dopo essere caduto lungo la perpendicolare data, lo percorra in un tempo eguale a quello impiegato a percorrere la medesima perpendicolare a partire dalla quiete.

PROBLEMA 5. PROPOSIZIONE 18

Preso sulla perpendicolare, dall'inizio del moto, uno spazio qualsiasi, il quale sia percorso in un dato tempo, e dato un altro tempo minore qualsiasi, determinare, sulla medesima perpendicolare, un altro spazio [*eguale in lunghezza al precedente*], il quale venga percorso nel tempo minore dato.

PROBLEMA 6. PROPOSIZIONE 19

Dato su una perpendicolare uno spazio qualsiasi percorso dall'inizio del moto, e dato il tempo della caduta, trovare il tempo in cui il medesimo mobile percorre successivamente un altro spazio eguale, preso in una parte qualsiasi della medesima perpendicolare.

COROLLARIO

Di qui si ricava che, se si pone che il tempo, impiegato a percorrere un qualche spazio a partire dalla quiete, sia eguale allo spazio stesso, il tempo impiegato a percorrerlo, dopo che si sia già percorso un altro spazio, sarà eguale all'eccesso del medio proporzionale tra la somma dello spazio aggiunto più lo spazio dato e il medesimo spazio dato, sul medio proporzionale tra il primo spazio e lo spazio aggiunto: ad esempio, posto che il tempo del moto per AB a partire dalla quiete in A sia AB, qualora si aggiunga lo spazio AS, il tempo del moto per AB dopo il moto per SA sarà eguale all'eccesso del medio proporzionale tra SB e BA sul medio proporzionale tra BA e AS.

PROBLEMA 7. PROPOSIZIONE 20

Dato uno spazio qualsiasi e preso su di esso un tratto a partire dall'inizio del moto, determinare un altro tratto, alla fine [del moto], che sia percorso nello stesso tempo del primo tratto dato.

TEOREMA 14. PROPOSIZIONE 21

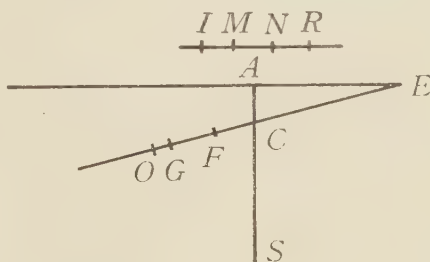
Se ha luogo una caduta lungo la perpendicolare a partire dalla quiete, e se si prende, dall'inizio del moto, un tratto, percorso in un tempo qualsiasi, cui segua un moto deviato su un piano comunque inclinato, lo spazio che, su tale piano, viene percorso in un tempo eguale a quello della caduta precedentemente svoltasi lungo la perpendicolare, sarà più del doppio, ma meno del triplo, dello spazio già percorso lungo la perpendicolare.

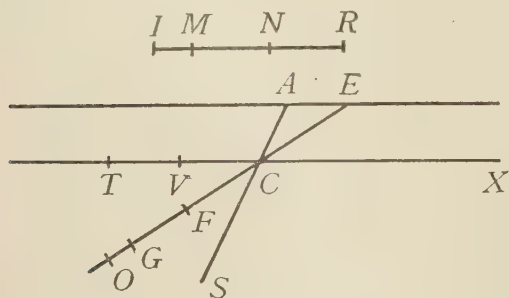
PROBLEMA 8. PROPOSIZIONE 22

Dati due tempi diseguali, e dato lo spazio che viene percorso lungo la perpendicolare a partire dalla quiete nel più breve dei due tempi dati, condurre dall'estremo superiore della perpendicolare fino all'orizzonte un piano inclinato, sul quale il mobile scenda in un tempo eguale al più lungo dei tempi dati.

PROBLEMA 9. PROPOSIZIONE 23

Preso sulla perpendicolare uno spazio percorso in un tempo qualsiasi a partire dalla quiete, condurre dall'estremo inferiore di questo spazio un piano inclinato, sul quale, dopo la caduta lungo la perpendicolare, venga percorso nel medesimo tempo uno spazio eguale a uno spazio dato qualsiasi, purché superiore al doppio, ma inferiore al triplo, dello spazio percorso lungo la perpendicolare.

I M N R
A
E
C
O G F
S

SCOLIO

Se si considera attentamente, apparirà manifesto che, quanto meno manca alla linea data $I R$ per raggiungere il triplo della $A C$, tanto maggiormente il piano inclinato, sul quale deve svolgersi il secondo movimento, come ad esempio $C O$, si avvicina alla perpendicolare, e finalmente, lungo quest'ultima, viene percorso in un tempo eguale ad $A C$ uno spazio che è tre volte $A C$. Infatti, allorché $I R$ sarà prossima al triplo di $A C$, $I M$ sarà quasi eguale ad $M N$; e poiché, per costruzione, come $I M$ sta ad $M N$ così $A C$ sta a $C E$, ne risulta che la medesima $C E$ si trova ad essere di poco maggiore della $C A$, e, di conseguenza, il punto E si trova ad essere prossimo al punto A, e $C O$ forma con $C S$ un angolo molto acuto, coincidendo quasi l'una con l'altra.

I M N R
A E
T V C X
F
G
O S

Viceversa, se la linea data IR sarà di pochissimo superiore al doppio della medesima AC, IM sarà una linea brevissima; ne verrà che anche la AC sarà minima rispetto alla CE, la quale sarà lunghissima e quanto più prossima alla parallela orizzontale passante per C. E di qui possiamo ricavare che, se nella figura accanto dopo la discesa sul piano inclinato AC il moto viene riflesso lungo la linea orizzontale, quale sarebbe CT, lo spazio che il mobile successivamente percorrerebbe in un tempo eguale al tempo della discesa per AC, sarebbe esattamente doppio dello spazio AC. Sembra inoltre che qui sia anche adatto un consimile ragionamento: infatti, è chiaro, dal fatto che OE sta ad EF come FE ad EC, che proprio la FC determina il tempo della discesa per CO. Se poi il tratto orizzontale TC, doppio di CA, vien diviso a metà in V, prolungato verso X si estenderà all'infinito prima che possa incontrare il prolungamento di AE, e la proporzione della linea infinita TX all'infinita VX non sarà diversa dalla proporzione dell'infinita VX all'infinita XC.

A questa stessa conclusione saremmo potuti giungere seguendo un altro procedimento, rifacendo un ragionamento consimile a quello seguìto nella dimostrazione della proposizione prima. Riprendiamo, infatti, il triangolo ABC, che sulle parallele alla base BC ci rappresenta i gradi di velocità continuamente aumentati secondo il crescere del tempo, le quali [parallele], essendo infinite, siccome infiniti sono i punti nella linea AC e gli istanti in un tempo qualsiasi, daranno origine alla superficie stessa del triangolo; se intendiamo che il moto continui per altrettanto tempo, ma non più accelerato, bensì equabile, secondo il massimo grado della velocità acquistata, il quale grado è rappresentato dalla linea BC; tali gradi di velocità formeranno un aggregato simile al parallelogramma $ADBC$, che è doppio del triangolo ABC: perciò lo spazio percorso nel medesimo tempo con gradi di velocità consimili [*tutti eguali a* BC], sarà doppio dello spazio percorso coi gradi di velocità rappresentati dal triangolo ABC. Ma su un piano orizzontale il moto è equabile, allorché non intervenga nessuna causa di accelerazione o di ritardamento; dunque, si conclude che lo spazio CD percorso in un tempo eguale al tempo AC è doppio dello spazio AC: infatti quest'ultimo viene percorso con moto accelerato a partire dalla quiete, secondo le parallele del triangolo; quello, invece, secondo le parallele del parallelogramma, le quali, quando siano prese nella loro infinità, risultano doppie delle infinite parallele del triangolo.

Inoltre, è lecito aspettarsi che, qualunque grado di velocità si trovi in un mobile, gli sia per sua natura indelebilmente impresso,

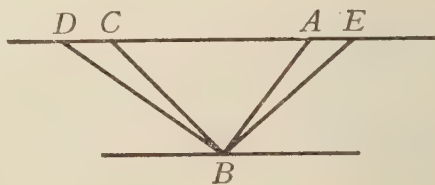
purché siano tolte le cause esterne di accelerazione o di ritardamento; il che accade soltanto nel piano orizzontale; infatti nei piani declivi è di già presente una causa di accelerazione, mentre in quelli acclivi [è già presente una causa] di ritardamento: da ciò segue parimenti che il moto sul piano orizzontale è anche eterno; infatti, se è equabile, non scema o diminuisce, né tanto meno cessa [20]. E per di più, poiché esiste un grado di velocità acquistato dal mobile nella discesa naturale, e poiché esso è, per sua natura, indelebile ed eterno, bisogna considerare che, se dopo la discesa per un piano declive il moto viene riflesso su un altro piano acclive, su quest'ultimo interviene già una causa di ritardamento: su tale piano, infatti, il medesimo mobile scende naturalmente; perciò ne nasce una certa mescolanza di proprietà contrarie, cioé del grado di velocità che è stato acquistato nella precedente discesa, il quale [grado di velocità] di per se stesso porterebbe il mobile a muoversi all'infinito di moto uniforme, e della naturale propensione al moto *deorsum* secondo quella medesima proporzione di accelerazione con la quale sempre si muove. Perciò, investigando su che cosa accade allorché il mobile, dopo la discesa per un piano declive, viene riflesso su un piano acclive, sembrerà oltremodo ragionevole ammettere che il massimo grado di velocità acquistato nella discesa per sé si conservi sempre lo stesso sul piano ascendente; e che tuttavia nella ascesa gli si aggiunga la naturale inclinazione *deorsum*, cioè un moto accelerato a partire dalla quiete sempre secondo una proporzione data. Se poi tali cose risulteranno troppo oscure da intendere, si faranno più chiare con l'aiuto di qualche disegno.

Si intenda pertanto che la discesa si sia svolta sul piano declive *A B*, e che in séguito il moto continui riflesso su un altro piano acclive *B C*; e, in primo luogo, i piani siano eguali ed elevati sull'orizzonte *G H* con angoli [di inclinazione] eguali: già sappiamo che il mobile, che discende per *A B* a partire dalla quiete in *A*, acquista gradi di velocità secondo il crescere del tempo; inoltre [sappiamo] che il grado di velocità acquistato in *B* è il massimo, e per sua natura immutabilmente impresso, rimosse beninteso le cause di nuova accelerazione o di ritardamento: vogliam dire, di accelerazione, se

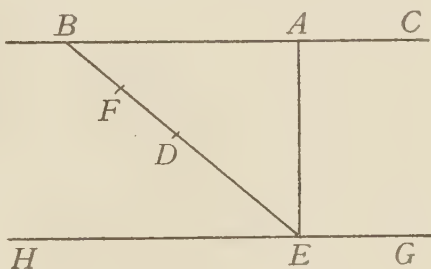
[20] Già nel *Dialogo sopra i due massimi sistemi* Galilei aveva esposto questo principio della conservazione indefinita del movimento di un corpo su un piano che non fosse « né declive né acclive », giungendo pertanto alla conclusione che, rimossi gli impedimenti accidentali, il corpo doveva permanere nello stato di quiete, se fermo, e se in movimento nello stato di moto. Nel *Dialogo* però questa determinazione del principio d'inerzia era collegata alla dimostrazione del movimento della terra attorno al sole, movimento definito inerziale. Qui tale collegamento non ha più ragione di essere.

[il mobile] procede ancora sul prolungamento del medesimo piano; di ritardamento, allorché viene riflesso sul piano acclive *B C*: ma sul piano orizzontale *G H* il moto continuerebbe equabile all'infinito, col grado di velocità acquistato in *B* nella discesa da *A*; e la velocità sarebbe tale, che in un tempo eguale al tempo della discesa per *A B* [il mobile] percorrerebbe sull'orizzonte uno spazio doppio del medesimo *A B*. Immaginiamo ora che il medesimo mobile con il medesimo grado di velocità si muova equabilmente sul piano *B C*, sì che, anche su questo, in un tempo eguale al tempo della discesa per *A B*, percorrerebbe sul prolungamento di *B C* uno spazio doppio del medesimo spazio *A B*; intendiamo tuttavia che, non appena comincia a salire, per sua medesima natura gli sopravviene ciò stesso che gli accadde [nel muoversi] da *A* sul piano *A B*, cioè un moto di discesa a partire dalla quiete secondo medesimi gradi di accelerazione, in virtù dei quali, come già accadde sul piano *A B*, in uno stesso tempo scenderebbe sul piano riflesso per uno spazio eguale a quello percorso in discesa su *A B*: è manifesto che, per tale mescolanza di moto ascendente equabile e di moto discendente accelerato, il mobile verrà spinto sul piano *B C* fino all'estremo *C* secondo i medesimi gradi di velocità, che risulteranno eguali. Presi infatti due punti qualsiasi *D* ed *E*, ad eguale distanza dall'angolo *B*, potremo ricavare che la discesa per *D B* avverrà in un tempo eguale al tempo del moto riflesso per *B E*. Tracciata la *D F*, essa sarà parallela alla *B C*; è noto infatti che il moto di discesa per *A D* viene riflesso lungo la *D F*: ora, se dopo *D* il mobile si muovesse sull'orizzontale *D E*, l'impeto in *E* sarebbe eguale all'impeto in *D*; dunque, da *E* salirebbe fino in *C*; dunque, il grado di velocità in *D* è eguale al grado [di velocità] in *E*.

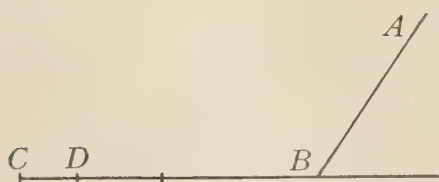
Da ciò, pertanto, possiamo ragionevolmente asserire che, se ha luogo la discesa su un qualche piano inclinato e dopo di essa ha luogo la riflessione su un piano ascendente, il mobile, in virtù dell'impeto acquistato, salirà fino alla medesima altezza o elevazione dall'orizzonte; ad esempio, se la discesa si svolge lungo *A B*, il mobile si muoverà sul piano riflesso *B C* fino all'orizzontale *A C D*, non soltanto se i piani avranno eguale inclinazione, ma anche se saranno di inclinazione diseguale, come il piano *B D*: infatti, abbiamo prima assunto che i gradi di velocità, che si acquistano su piani diversamente inclinati, risultano eguali a con-

dizione che sia eguale la elevazione di quegli stessi piani sull'orizzonte. Se infatti l'inclinazione dei piani $E B$ e $B D$ fosse la medesima, la discesa per $E B$ sarebbe in grado di spingere il mobile sul piano $B D$ fino al punto D; ma tale spinta ha luogo in virtù dell'impeto di velocità acquistato nel punto B, e in B l'impeto è lo stesso, sia che il mobile scenda per $A B$, sia che scenda per $E B$; ne risulta allora che il mobile sarà spinto sul piano $B D$ dopo la discesa per $A B$ allo stesso modo che dopo la discesa per $E B$. Accadrà però che il tempo della salita sul piano $B D$ sarà più lungo del tempo della salita sul piano $B C$, siccome anche la discesa per $E B$ avviene in un tempo più lungo di quella per $A B$; del resto, abbiamo già dimostrato che la proporzione dei tempi è eguale a quella delle lunghezze dei piani. Ci resta ora da investigare la proporzione tra gli spazi percorsi in tempi eguali su piani, che abbiano diverse inclinazioni, ma eguale elevazione, cioè che siano compresi entro le medesime parallele orizzontali. Ciò avviene secondo la seguente proporzione.

TEOREMA 15. PROPOSIZIONE 24

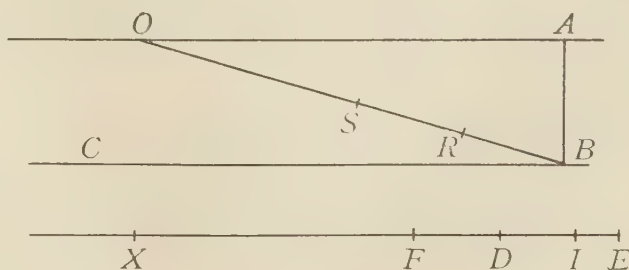
Siano dati, [nello spazio compreso] entro le medesime parallele orizzontali, una perpendicolare e un piano inclinato innalzato dall'estremo inferiore di essa: lo spazio, che il mobile dopo la caduta lungo la perpendicolare percorre sul piano ascendente in un tempo eguale al tempo della caduta, è maggiore della stessa perpendicolare, ma minore del doppio di essa.

B A C F D H E G

TEOREMA 16. PROPOSIZIONE 25

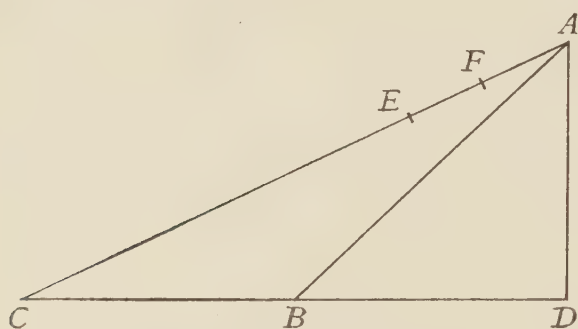
Se, dopo la caduta lungo un piano inclinato, il moto prosegue sul piano dell'orizzonte, il tempo della caduta lungo il piano inclinato starà al tempo del moto lungo un qualsiasi tratto dell'orizzonte, come il doppio della lunghezza del piano inclinato sta al tratto orizzontale preso.

A C D B

PROBLEMA 10. PROPOSIZIONE 26

Data una perpendicolare [compresa] tra linee parallele orizzontali, e dato uno spazio maggiore della medesima

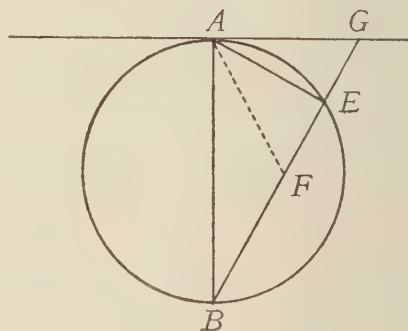
O A S C R B X F D I E

perpendicolare, ma minore del doppio di essa, dall'estremo inferiore della perpendicolare innalzare, [nello spazio compreso] tra quelle medesime parallele, un piano tale che il mobile, se riflesso su questo piano dopo la discesa lungo la perpendicolare, percorra uno spazio eguale a quello dato, e in un tempo eguale al tempo della discesa lungo la perpendicolare.

TEOREMA 17. PROPOSIZIONE 27

Se un mobile scende su piani diseguali, ma aventi la medesima elevazione, lo spazio, che viene percorso nella parte inferiore del piano più lungo in un tempo eguale a quello impiegato a percorrere l'intero piano più breve, è eguale allo spazio composto dello stesso piano più breve e di quel tratto rispetto al quale il medesimo piano più breve ha una proporzione pari a quella che il piano più lungo ha rispetto all'eccesso del più lungo sul più breve.

PROBLEMA 11. PROPOSIZIONE 28

La linea orizzontale *A G* sia tangente a un cerchio, e dal punto di contatto si conduca il diametro *A B*; si considerino inoltre due corde qualsiasi *A E B*: bisogna determinare la proposizione del tempo della caduta lungo *A B* al tempo della discesa lungo ambedue le corde *A E B*.

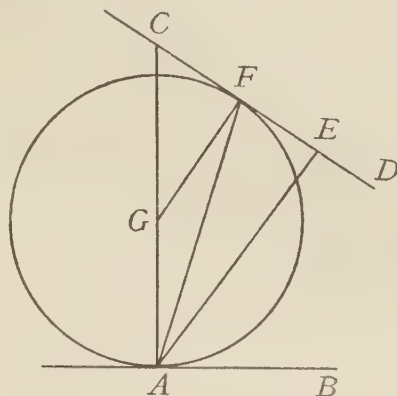
TEOREMA 18. PROPOSIZIONE 29

Sia dato uno spazio orizzontale qualsiasi, e dal suo estremo sia innalzata la perpendicolare, sulla quale si prenda un tratto eguale alla metà dello spazio orizzontale dato; il mobile, che scenda da tale altezza e sia deviato sul piano orizzontale, percorrerà lo spazio orizzontale e la perpendicolare, presi insieme, in più breve tempo di [quello che impiegherebbe a percorrere] un qualsiasi altro tratto della perpendicolare insieme al medesimo spazio orizzontale.

TEOREMA 19. PROPOSIZIONE 30

Se da un punto di una linea orizzontale scende una perpendicolare e da un altro punto, preso sulla medesima orizzontale, si deve condurre fino alla perpendicolare un piano inclinato, sul quale il

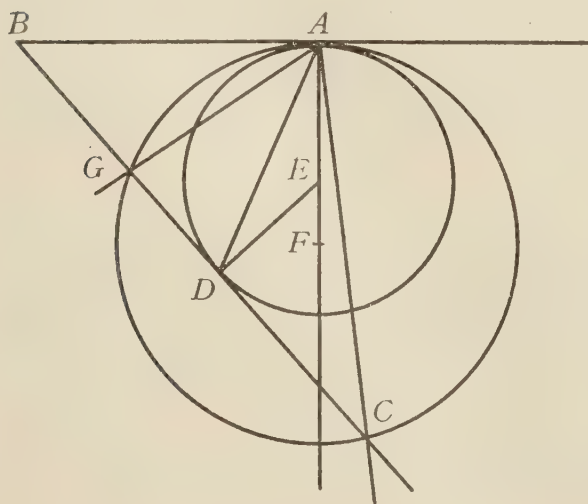
mobile impieghi il tempo più breve per scendere fino alla perpendicolare; tale piano sarà quello che stacca dalla perpendicolare un tratto eguale alla distanza che intercorre tra il [secondo] punto preso sull'orizzontale e l'estremo della perpendicolare.

TEOREMA 20. PROPOSIZIONE 31

Se, tracciata una linea retta comunque inclinata sull'orizzontale, si conduce da un dato punto dell'orizzontale fino alla linea inclinata il piano, sul quale la discesa si svolge nel tempo più breve, tale piano sarà quello che divide a metà l'angolo compreso tra le due perpendicolari che, dal punto dato, vengano condotte, l'una alla linea orizzontale, l'altra alla linea inclinata.

LEMMA

Date due circonferenze tangenti internamente l'una all'altra, se una retta qualsiasi è tangente alla circonferenza interna e interseca la circonferenza esterna, le tre linee condotte dal punto di contatto delle circonferenze ai tre punti della linea retta tangente – cioè al punto di contatto di essa con la circonferenza interna e ai due punti di intersezione di essa con la circonferenza esterna – formeranno angoli eguali [aventi per vertice] il punto di contatto delle circonferenze.

TEOREMA 21. PROPOSIZIONE 32

Se sull'orizzontale si prendono due punti e, a partire da uno di essi, si traccia una qualsiasi linea inclinata verso la parte dell'altro punto, e se a partire da quest'ultimo si conduce una linea retta, la quale incontri la predetta inclinata determinando su di essa un tratto eguale alla distanza tra i due punti dati sull'orizzontale, la caduta lungo questa retta si compirà più presto che non lungo qualsiasi altra retta condotta da quel medesimo punto fino a incontrare la medesima inclinata. Prese poi due rette qualsiasi, che formino con la retta data due angoli eguali

da una parte e dall'altra, i tempi di caduta lungo di esse saranno eguali tra di loro.

PROBLEMA 12. PROPOSIZIONE 33

Dati una perpendicolare e un piano ad essa inclinato, che abbiano la medesima altezza e lo stesso estremo superiore, trovare lungo la perpendicolare, al di sopra dell'estremo in comune, un punto tale, che se da esso si lascia cadere un mobile, il quale venga poi fatto deviare sul piano inclinato, [quel mobile] percorra questo piano nello stesso tempo in cui percorrerebbe la perpendicolare a partire dalla quiete.

PROBLEMA 13. PROPOSIZIONE 34

Dati un piano inclinato e una perpendicolare, che abbiano il medesimo estremo superiore, trovare sul prolungamento della perpendicolare un punto più alto [dell'estremo comune], tale che un mobile, il quale cada da esso e sia deviato sul piano inclinato, li percorra entrambi in un tempo eguale a quello in cui percorrerebbe il solo piano inclinato [se partisse] dalla quiete nell'estremo superiore di questo.

PROBLEMA 14. PROPOSIZIONE 35

Data una perpendicolare e data una retta inclinata su di essa, determinare sull'inclinata un tratto, il quale da solo, [con movimento] a partire dalla quiete, sia percorso in un tempo eguale a quello impiegato a percorrere la medesima inclinata insieme alla perpendicolare.

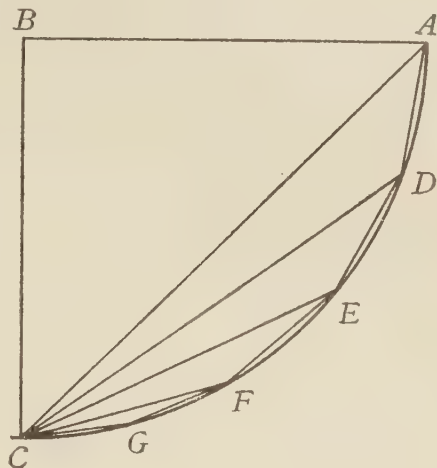
TEOREMA 22. PROPOSIZIONE 36

Se in un cerchio, eretto sull'orizzonte, dal suo punto più basso si innalza un piano inclinato, il quale sottenda un arco non maggiore di un quadrante, e se dagli estremi di tale piano si conducono due altri piani inclinati a un qualsiasi punto dell'arco, la discesa lungo [il sistema di] questi due ultimi piani inclinati si compirà in minor tempo che lungo il solo primo piano inclinato, o che lungo uno soltanto di questi due ultimi piani, e precisamente l'inferiore.

SCOLIO

Da quanto si è dimostrato sembra si possa ricavare che il movimento più veloce da estremo ad estremo non avviene lungo la linea più breve, cioè la retta, ma lungo un arco di cerchio [21]. Infatti, nel quadrante $B\ A\ E\ C$, il cui lato $B\ C$ sia eretto sull'orizzonte, si divida

[21] Si vedano le nostre osservazioni a proposito della *Scrittura attenente all'idraulica*, vol. I, p. 833.

l'arco *A C* in un numero qualsiasi di parti eguali *A D*, *D E*, *E F*, *F G*, *G C*; da *C* si conducano le corde ai punti *A*, *D*, *E*, *F*, *G*, e si traccino pure le corde *A D*, *D E*, *E F*, *F G*, *G C*: è manifesto che il movimento lungo [il sistema del]le due corde *A D C* si compie più presto che lungo la sola *A C*, o lungo *D C* a partire dalla quiete in *D*. Ma a partire dalla quiete in *A*, *D C* viene percorsa più presto di *A D C*: ma lungo le due *D E C* a partire dalla quiete in *A*, è verisimile che la discesa si compia più presto che non lungo la sola *C D*: dunque, la discesa lungo le tre corde *A D E C* si compie più presto che non lungo le due *A D C*. E similmente, dopo la discesa lungo *A D E*, il movimento si svolge più presto lungo le due corde *E F C* che non lungo la sola *E C*; dunque, lungo le quattro corde *A D E F C* il movimento si svolge più presto che non lungo le tre *A D E C*. E infine, lungo le due corde *F G C*, dopo la discesa lungo *A D E F*, il movimento si compie più presto che non lungo la sola *F C*; dunque, lungo le cinque corde *A D E F G C* la discesa si svolge in un tempo ancora più breve che non lungo le quattro *A D E F C*. Pertanto, quanto più, con poligoni inscritti [*poligonali iscritte*] ci avviciniamo alla circonferenza, tanto più presto si compie il moto tra i due segnati estremi *A* e *C*.

Ciò che si è mostrato in un quadrante, accade anche in un arco di circonferenza minore di un quadrante; e identico è il ragionamento.

PROBLEMA 15. PROPOSIZIONE 37

Dati una perpendicolare e un piano inclinato, che abbiano la medesima elevazione, trovare sul piano inclinato un tratto, il quale sia eguale alla perpendicolare e venga percorso nello stesso tempo di quest'ultima.

PROBLEMA 16. PROPOSIZIONE 38

Dati due piani orizzontali intersecati da una perpendicolare, trovare su questa, in alto, un punto tale, che due mobili, i quali cadano da quel punto e vengano deviati sui piani orizzontali, percorrano su di questi, cioè sul piano orizzontale superiore e su quello inferiore, in tempi eguali a quelli della loro [rispettiva] caduta, spazi tali che abbiano tra loro una proporzione eguale a una qualsiasi proporzione data tra una [grandezza] minore e una maggiore.

Sagr. Parmi veramente che conceder si possa al nostro Accademico, che egli senza iattanza abbia nel principio di questo suo trattato potuto attribuirsi di arrecarci una nuova scienza intorno a un suggetto antichissimo. Ed il vedere con quanta facilità e chiarezza da un solo semplicissimo principio ei deduca le dimostrazioni di tante proposizioni, mi fa non poco maravigliare come tal materia sia passata intatta da Archimede, Apollonio, Euclide e tanti altri matematici e filosofi illustri, e massime che del moto si trovano scritti volumi grandi e molti.

Salv. Si vede un poco di fragmento d'Euclide intorno al moto, ma non vi si scorge vestigio che egli s'incaminasse all'investigazione della proporzione dell'accelerazione e delle sue diversità sopra le diverse inclinazioni. Tal che veramente si può dire, essersi non prima che ora aperta la porta ad una nuova contemplazione, piena di conclusioni infinite ed ammirande, le quali ne i tempi avenire potranno esercitare altri ingegni.

Sagr. Io veramente credo, che sì come quelle poche passioni (dirò per esempio) del cerchio, dimostrate nel terzo de' suoi Elementi da Euclide, sono l'ingresso ad innumerabili altre più recondite, così le prodotte e dimostrate in questo breve trattato, quando passasse nelle mani di altri ingegni specolativi, sarebbe strada ad altre ed altre più maravigliose; ed è credibile che così seguirebbe, mediante la nobiltà del soggetto sopra tutti gli altri naturali.

Lunga ed assai laboriosa giornata è stata questa d'oggi, nella quale ho gustato più delle semplici proposizioni che delle loro dimostrazioni, molte delle quali credo che, per ben capirle, mi porteranno via più d'un'ora per ciascheduna: studio che mi riserbo a farlo con quiete, lasciandomi V. S. il libro nelle mani, dopo che avremo veduto questa parte che resta intorno al moto de i proietti; che sarà, se così gli piace, nel seguente giorno.

Salv. Non mancherò d'esser con lei.

Finisce la terza Giornata

GIORNATA QUARTA

Salv. Attempo arriva ancora il Sig. Simplicio; però, senza interpor quiete, venghiamo al moto: ed ecco il testo del nostro Autore.

DEL MOTO DEI PROIETTI [1]

Le proprietà che si presentano nel moto equabile, come pure nel moto naturalmente accelerato su piani di qualsiasi inclinazione, la abbiamo considerate sopra. Nella trattazione, che ora comincio, cercherò di presentare, e di stabilire sulla base di salde dimostrazioni, alcuni fenomeni notevoli e degni di essere conosciuti, che sono propri di un mobile, mentre si muove con moto composto di un duplice movimento, cioè di un movimento equabile e di uno

[1] L'11 febbraio 1609 scriveva ad Antonio de' Medici: « Sono adesso intorno ad alcune questioni che mi restano intorno al moto de i proietti, tra le quali molte appartengono a i tiri dell'artiglieria: et pure ultimamente ho trovata questa che, ponendo il pezzo sopra qualche luogo elevato dal piano della campagna, et appuntandolo livellato giusto, la palla uscita del pezzo, sia spinta da molta o da pochissima polvere... vien sempre declinando et abbassandosi verso terra con la medesima velocità, sì che nell'istesso tempo, in tutti i tiri livellati, la palla arriva in terra; et siano i tiri lontanissimi o brevissimi, o pure anco esca la palla del pezo solamente e caschi a piombo nel piano della campagna. Et l'istesso occorre ne i tiri elevati, li quali si spediscono tutti nell'istesso tempo tuttavolta che si alzino alla medesima altezza perpendicolare: come, per essempio, i tiri *AEF*, *AGH*, *AIK*, *ALB*, contenuti tra le medesime parallele *CD*, *AB*, si spediscono tutti nell'istesso tempo; et la palla consuma in far la linea *AEF*

naturalmente accelerato: tale appunto sembra essere quello che chiamiamo moto dei proietti; la generazione del quale così stabilisco.

Immagino di avere un mobile lanciato su un piano orizzontale, rimosso ogni impedimento: già sappiamo, per quello che abbiamo detto più diffusamente altrove, che il suo moto si svolgerà equabile e perpetuo sul medesimo piano, qualora questo si estenda all'infinito [2]; se invece intendiamo [questo piano] limitato e posto in alto,

tanto tempo, quanto nella *AIK*, et in ogn'altra; et in conseguenza le loro metà, cioè le parti *EF*, *GH*, *IK*, *LB*, si fanno in tempi eguali, che rispondono ai tiri livellati » (X, p. 229). Aveva infatti Galilei cominciato a studiare il moto dei proiettili nell'ambiente padovano sotto la sollecitazione che gli veniva dall'attualità dei problemi di balistica, di cui egli deve aver sentito parlare da mercanti, patrizi, marinai della Repubblica veneta. Ma, oltre a queste motivazioni esteriori, a queste ricerche era giunto per lo sviluppo delle indagini sul moto dei gravi, intendendo con l'analisi del movimento violento proseguire quella già svolta sui movimenti naturali. Il moto dei proiettili è qui studiato come applicazione del principio di composizione del moto naturale e di un moto violento, che aveva già esposto nel *Dialogo*, dove però, pur indicando prospettive di sviluppo scientifico molto interessanti, quel principio era in funzione delle prove del moto della Terra. Già Alberto di Sassonia aveva studiato il moto violento e aveva ritenuto che, prevalendo nella fase iniziale del movimento l'*impetus* del lancio, questo vinceva la gravità naturale la quale prende invece il sopravvento in un secondo momento; ma in questa alternanza di forze, Alberto di Sassonia finiva col far descrivere al proietto due direzioni, una rettilinea, verticale o inclinata, ma comunque ascendente, per effetto dell'*impetus*, e l'altra discendente rettilinea. Altri successivamente si erano occupati di questo movimento, come lo stesso Leonardo da Vinci, Tartaglia e Cardano, ma soltanto Galilei scoprirà che l'azione dei due movimenti non è alterna, ma bensì composta.

Già nella terza giornata di questi *Discorsi* e nel *Dialogo* il principio d'inerzia era stato intravisto come un protrarsi indefinito della condizione di moto o di quiete di un corpo in una superficie né acclive né declive. Qui il moto inerziale viene composto con un moto naturalmente accelerato in base appunto al principio di composizione.

[2] Intorno al valore delle discussioni galileiane del principio di inerzia sono sorte alcune interessanti discussioni: mentre da un lato si é negata a queste affermazioni una piena consapevolezza scientifica, come fece ap-

il mobile, che immagino dotato di gravità, giunto all'estremo del piano e continuando la sua corsa, aggiungerà al precedente movimento equabile e indelebile quella propensione all'ingiù dovuta alla propria gravità: ne nasce un moto composto [3] di un moto orizzontale equabile e di un moto *deorsum* naturalmente accelerato, il quale [moto composto] chiamo proiezione. Ne dimostreremo parecchie proprietà: la prima delle quali sia [la seguente].

TEOREMA I. PROPOSIZIONE I

Un proietto, mentre si muove di moto composto di un moto orizzontale equabile e di un moto *deorsum* naturalmente accelerato, descrive nel suo movimento una linea semiparabolica [4].

Sagr. È forza, Sig. Salviati, in grazia di me, ed anco, credo io, del Sig. Simplicio, far qui un poco di pausa; avvenga che io non mi son tanto inoltrato nella geometria, che io abbia fatto studio in Apollonio, se non in quanto so ch'ei tratta di queste parabole e dell'altre sezzioni coniche, senza la cognizione delle quali e delle lor passioni non credo che intendersi possano le dimostrazioni di altre proposizioni a quelle aderenti. E perché già nella bella prima proposizione ci vien proposto dall'Autore, doversi dimostrare, la linea descritta dal proietto esser parabolica, mi vo imaginando che, non dovendosi trattar d'altro che di tali linee, sia assolutamente necessario avere una perfetta intelligenza, se non di tutte le passioni di tali figure dimostrate da Apollonio, almeno di quelle che per la presente scienza son necessarie.

Salv. V. S. si umilia molto, volendosi far nuovo di quelle cognizioni le quali non è gran tempo che ammesse come

punto il Koyré (*Études galiléennes*, II, p. 263), perché manca una formulazione generale del principio, d'altro canto si è messo in rilievo che non si può pretendere da Galilei un'esposizione del principio distaccata dalle questioni di meccanica nelle quali sono inserite e ciò per il carattere funzionale che acquista la dimostrazione stessa del principio: nel *Dialogo* è subordinato alle esigenze dell'astronomia, qui è collegato alla dimostrazione del moto dei proietti (cfr. L. GEYMONAT, *op. cit.*, 322-26).

[3] Per i precorrimenti di questa dimostrazione cfr. A. CROMBIE, *op. cit.*, e R. DUGAS, *Histoire de la mécanique*, Neuchâtel, 1950.

[4] Come risulta dalla lettera ad Antonio de Medici citata nella nota 1, Galilei aveva interpretato il movimento dei proiettili come una linea parabolica.

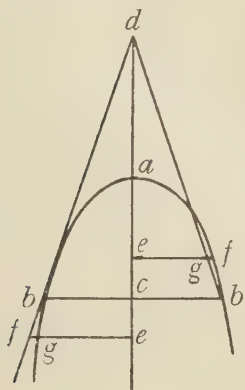
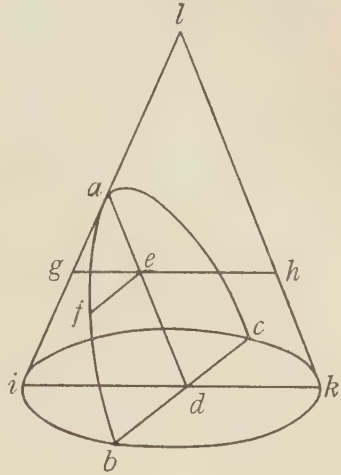
ben sapute, allora, dico, che nel trattato delle resistenze avemmo bisogno della notizia di certa proposizione d'Apollonio, sopra la quale ella non mosse difficoltà.

Sagr. Può essere o che io la sapessi per ventura o che io la supponessi per una volta tanto che ella mi bisognò in tutto quel trattato: ma qui, dove mi imagino d'avere a sentir tutte le dimostrazioni circa tali linee, non bisogna, come si dice, bever grosso, buttando via il tempo e la fatica.

Simp. E poi, rispetto a me, quando bene, come credo, il Sig. Sagredo fusse ben corredato di tutti i suoi bisogni, a me cominciano già a giugner come nuovi gli stessi primi termini; perché, se bene i nostri filosofi hanno trattata questa materia del moto de' proietti, non mi sovvien che si siano ristretti a definire quali siano le linee da quelli descritte, salvo che assai generalmente sian sempre linee curve, eccetto che nelle proiezzioni perpendicolari *sursum*. Però, quando quel poco di geometria che io ho appreso da Euclide, da quel tempo in qua che noi avemmo altri discorsi, non sia bastante per rendermi capace delle cognizioni necessarie per l'intelligenza delle seguenti dimostrazioni, mi converrà contentarmi delle sole proposizioni credute, ma non sapute.

Salv. Anzi voglio io che le sappiate mercé dell'istesso Autor dell'opera, il quale, quando già mi concesse di veder questa sua fatica, perché io ancora in quella volta non aveva in pronto i libri di Apollonio, s'ingegnò di dimostrarmi due passioni principalissime di essa parabola, senza veruna altra precognizione, delle quali sole siamo bisognosi nel presente trattato: le quali son ben anco provate da Apollonio, ma dopo molte altre, che lungo sarebbe a vederle; ed io voglio che abbreviamo assai il viaggio, cavando la prima immediatamente dalla pura e semplice generazione di essa parabola, e da questa poi pure immediatamente la dimostrazione della seconda. Venendo dunque alla prima:

Intendasi il cono retto, la cui base sia il cerchio *ibkc*, e vertice il punto *l*, nel quale, segato con un piano parallelo al lato *lk*, nasca la sezzione *bac*, detta *parabola*; la cui base *bc* seghi ad angoli retti il diametro *ik* del cerchio *ibkc*, e sia l'asse della parabola *ad* parallelo al lato *lk*; e preso

qualsivoglia punto *f* nella linea *bfa*, tirisi la retta *fe* parallela alla *bd*: dico che il quadrato della *bd* al quadrato della *fe* ha la medesima proporzione che l'asse *da* alla parte *ae*. Per il punto *e* intendasi passare un piano parallelo al cerchio *ibkc*, il quale farà nel cono una sezzione circolare, il cui diametro sia la linea *geh*: e perché sopra il diametro *ik* del cerchio *ibk* la *bd* è perpendicolare, sarà il quadrato della *bd* eguale al rettangolo fatto dalle parti *id*, *dk*; e parimente nel cerchio superiore, che s'intende passare per i punti *g*, *f*, *h*, il quadrato della linea *fe* è eguale al rettangolo delle parti *geh*; adunque il quadrato della *bd* al quadrato della *fe* ha la medesima proporzione che il rettangolo *idk* al rettangolo *geh*. E perché la linea *ed* è parallela alla *hk*, sarà la *eh* eguale alla *dk*, che pur son parallele: e però il rettangolo *idk* al rettangolo *geh* arà la medesima proporzione che la *id* alla *ge*, cioè che la *da* alla *ae*: adunque il rettangolo *idk* al rettangolo *geh*, cioè il quadrato *bd* al quadrato *fe*, ha la medesima proporzione che l'asse *da* alla parte *ae*: che bisognava dimostrare.

L'altra proposizione, pur necessaria al presente trattato, così faremo manifesta. Segniamo la parabola, della quale sia prolungato fuori l'asse *ca* in *d*, e preso qualsivoglia punto *b*, per esso intendasi prodotta la linea *bc*, parallela alla base di essa parabola; e posta la *da* eguale alla parte dell'asse *ca*, dico che la retta tirata per i punti *d*, *b* non cade dentro alla parabola, ma fuori, sì che solamente la tocca nell'istesso punto *b*. Imperò che, se è possibile, caschi dentro, segandola sopra, o, prolungata, segandola sotto, ed in essa sia preso qualsivoglia punto *g*, per il quale passi la retta *fge*. E perché il quadrato *fe* è maggiore del quadrato *ge*, maggior propor-

zione avrà esso quadrato *fe* al quadrato *bc* che 'l quadrato *ge* al medesimo *bc*; e perché, per la precedente, il quadrato *fe* al quadrato *bc* sta come la *ea* alla *ac*, adunque maggior proporzione ha la *ea* alla *ac* che 'l quadrato *ge* al quadrato *bc*, cioè che 'l quadrato *ed* al quadrato *dc* (essendo che nel triangolo *dge* come la *ge* alla parallela *bc*, così sta *ed* a *dc*): ma la linea *ea* alla *ac*, cioè alla *ad*, ha la medesima proporzione che 4 rettangoli *ead* a 4 quadrati di *ad*, cioè al quadrato *cd* (che è eguale a 4 quadrati di *ad*): adunque 4 rettangoli *ead* al quadrato *cd* aranno maggior proporzione che il quadrato *ed* al quadrato *dc*: adunque 4 rettangoli *ead* saranno maggiori del quadrato *ed*: il che è falso, perché son minori; imperò che le parti *ea*, *ad* della linea *ed* non sono eguali. Adunque la linea *db* tocca la parabola in *b*, e non la sega: il che si doveva dimostrare.

Simp. Voi procedete nelle vostre dimostrazioni troppo alla grande, ed andate sempre, per quanto mi pare, supponendo che tutte le proposizioni di Euclide mi siano così familiari e pronte, come gli stessi primi assiomi, il che non è. E pur ora l'uscirmi addosso, che 4 rettangoli *ead* son minori del quadrato *de*, perché le parti *ea*, *ad* della linea *ed* non sono equali, non mi quieta, ma mi lascia sospeso.

Salv. Veramente tutti i matematici non vulgari suppongono che il lettore abbia prontissimi al meno gli Elementi di Euclide: e qui, per supplire al vostro bisogno, basterà ricordarvi una proposizione del secondo, nella quale si dimostra, che quando una linea è segata in parti eguali ed in diseguali, il rettangolo delle parti diseguali è minore del rettangolo delle parti eguali (cioè del quadrato della metà) quanto è il quadrato della linea compresa tra i segamenti; onde è manifesto che il quadrato di tutta, il quale contiene 4 quadrati della metà, è maggiore di 4 rettangoli delle parti diseguali. Ora, di queste due proposizioni dimostrate, prese da gli elementi conici, conviene che tenghiamo memoria per l'intelligenza delle cose seguenti nel presente trattato: ché di queste sole, e non di più, si serve l'Autore. Ora possiamo ripigliare il testo, per vedere in qual maniera ei vien dimostrando la sua prima proposizione, dove egli intende di

provarci la linea descritta dal mobile grave, che mentre ci descende con moto composto dell'equabile orizontale e del naturale descendente, sia una semiparabola.

Si intenda la linea orizzontale ossia il piano *ab* posto in alto, e un mobile si muova su di esso da *a* in *b* di moto equabile; mancando ora il sostegno del piano in *b*, sopravvenga al medesimo mobile, per la propria gravità, un moto naturale *deorsum* secondo la perpendicolare *bn*. Si intenda inoltre che la linea *be*, la quale prosegue il piano *ab* per diritto, rappresenti lo scorrere del tempo, ossia [ne costituisca] la misura, e su di essa si segnino ad arbitrio un numero qualsiasi di porzioni di tempo eguali, *bc*, *cd*, *de*; inoltre dai punti *b*, *c*, *d*, *e* si intendano condotte linee equidistanti dalla perpendicolare *bn*: sulla prima di esse si prenda una parte qualsiasi *ci*; sulla [linea] successiva se ne prenda una quattro volte maggiore, *df*; [sulla terza,] una nove volte maggiore, *eh*; e così di séguito sulle altre linee secondo la proporzione dei quadrati delle [porzioni di tempo] *cb*, *db*, *eb*, o vogliam dire in duplicata proporzione delle medesime. Se poi intendiamo che al mobile, il quale si muove oltre *b* verso *c* con moto equabile, si aggiunga un movimento di discesa perpendicolare secondo la quantità *ci*, nel tempo *bc* [esso mobile] si troverà situato nell'estremo *i*. Ma continuando a muoversi, nel tempo *db*, cioè [in un tempo] doppio di *bc*, sarà disceso per uno spazio quattro volte maggiore del primo spazio *ci*; abbiamo infatti dimostrato nel primo trattato, che gli spazi percorsi da un grave, con moto naturalmente accelerato, sono in duplicata proporzione dei tempi: e parimenti, il successivo spazio *eh*, percorso nel tempo *be*, sarà nove [volte maggiore del primo spazio]: sì che risulterà manifesto che gli spazi *eh*, *df*, *ci* stanno tra di loro come i quadrati delle linee *eb*, *db*, *cb*. Si conducano ora dai punti *i*, *f*, *h* le rette *io*, *fg*, *hl*, equidistanti dalla medesima *eb*: le linee *hl*, *fg*, *io* saranno eguali, ad una ad una, alle linee *eb*, *db*, *cb*; e così pure le linee *bo*, *bg*, *bl* saranno eguali alle linee *ci*, *df*, *eh*; inoltre il quadrato di *hl* starà al quadrato di *fg* come la linea *lb* sta alla *bg*, e il quadrato di *fg* starà al quadrato di *io* come *gb* sta a *bo*; dunque, i punti *i*, *f*, *h* si trovano su un'unica e medesima linea parabolica. Similmente si dimostrerà

che, preso un numero qualsiasi di particole di tempo eguali di qualunque grandezza, i punti, che il mobile mosso di un simile moto composto occuperà in quei tempi, si troveranno su una medesima linea parabolica. È dunque manifesto quello che si eravamo proposti.

Salv. Questa conclusione si raccoglie dal converso della prima delle due proposizioni poste di sopra. Imperò che, descritta, per esempio, la parabola per li punti *b*, *h*, se alcuno delli 2 *f*, *i* non fusse nella descritta linea parabolica, sarebbe dentro o fuori, e, per conseguenza, la linea *fg* sarebbe o minore o maggiore di quella che andasse a terminare nella linea parabolica; onde il quadrato della *hl* non al quadrato della *fg*, ma ad altro maggiore o minore, arebbe la medesima proporzione che ha la linea *lb* alla *bg*: ma la ha al quadrato della *fg*: adunque il punto *f* è nella parabolica: e così tutti gli altri, etc.

Sagr. Non si può negare che il discorso sia nuovo, ingegnoso e concludente, argomentando *ex suppositione*, supponendo cioè che il moto traversale si mantenga sempre equabile, e che il naturale *deorsum* parimente mantenga il suo tenore, d'andarsi sempre accelerando secondo la proporzion duplicata de i tempi, e che tali moti e loro velocità, nel mescolarsi, non si alterino perturbino ed impedischino [5],

[5] Per quanto la dimostrazione qui venga condotta per via dimostrativa senza collegamento con esperienze, è evidente che il motivo di questa indagine è di natura pratica e tecnica, non già teorica. Su queste dichiarazioni galileiane, come su altre (cfr. vol. I, pp. 944 e 962) si è sviluppata in tempi recenti una discussione circa la natura platonica o aristotelica del pensiero galileiano: i sostenitori dell'interpretazione platonica ritengono che nella scienza galileiana l'apporto dell'esperienza sia del tutto secondario, fino a ridursi ad una semplice presentazione di esempi, tratti dal mondo sensibile, atti a confermare in via approssimata le leggi scoperte per via matematica; gli altri, che in vero si richiamano ad un Aristotele più genuino, non ancora preoccupato della sistemazione metafisica del suo pensiero, ribattono che l'esperienza conserva nella scienza galileiana tutta la sua importanza. Certo, Galilei non espresse in una teoria generale le relazioni tra esperimento e riflessione intellettuale, ma seppe invece applicarla in ogni occasione facendone comunque norma costante della sua « aggressione » alla natura, e – quel che più conta – seppe trarre da questa sua pratica costante un concetto del rapporto uomo-natura del tutto distinto

sì che finalmente la linea del proietto non vadia, nella continuazion del moto, a degenerare in un'altra spezie: cosa che mi si rappresenta come impossibile. Imperò che, stante che l'asse della parabola nostra, secondo 'l quale noi supponghiamo farsi il moto naturale de i gravi, essendo perpendicolare all'orizonte, va a terminar nel centro della terra; ed essèndo che la linea parabolica si va sempre slargando dal suo asse; niun proietto andrebbe già mai a terminar nel centro, o, se vi andrebbe, come par necessario, la linea del proietto tralignerebbe in altra, diversissima dalla parabolica.

Simp. Io a queste difficoltà ne aggiungo dell'altre: una delle quali è, che noi supponghiamo che il piano orizontale, il quale non sia né acclive né declive, sia una linea retta, quasi che una simil linea sia in tutte le sue parti egualmente distante dal centro, il che non è vero; perché, partendosi dal suo mezo, va verso le estremità sempre più e più allontanandosi dal centro, e però ascendendo sempre; il che si tira in conseguenza, essere impossibile che il moto si perpetui, anzi che né pur per qualche spazio si mantenga equabile, ma ben sempre vadia languendo. In oltre, è, per mio credere, impossibile lo schivar l'impedimento del mezo, sì che non levi l'equabilità del moto trasversale e la regola dell'accelerazione ne i gravi cadenti. Dalle quali tutte difficoltà si rende molto improbabile che le cose dimostrate con tali supposizioni incostanti possano poi nelle praticate esperienze verificarsi.

Salv. Tutte le promosse difficoltà e instanze son tanto ben fondate, che stimo essere impossibile il rimuoverle, ed io, per me, le ammetto tutte, come anco credo che il nostro Autore esso ancora le ammetterebbe; e concedo che le conclusioni così in astratto dimostrate si alterino in concreto, e si falsifichino a segno tale, che né il moto trasversale sia equabile, né l'accelerazione del naturale sia con la propor-

da quello tradizionale, per l'effettivo riconoscimento che se ne ricava delle qualità positive e della funzione attiva dell'iniziativa umana nella conoscenza della natura.

zion supposta, né la linea del proietto sia parabolica, etc.: ma ben, all'incontro, domando che elle non contendano al nostro Autor medesimo quello che altri grandissimi uomini hanno supposto, ancor che falso. E la sola autorità d'Archimede può quietare ogn'uno, il quale, nelle sue Mecaniche e nella prima Quadratura della parabola, piglia come principio vero, l'ago della bilancia o stadera essere una linea retta in ogni suo punto equalmente distante dal centro commune de i gravi, e le corde alle quali sono appesi i gravi esser tra di loro parallele: la qual licenza viene da alcuni scusata, perché nelle nostre pratiche gli strumenti nostri e le distanze le quali vengono da noi adoperate, son così piccole in comparazione della nostra gran lontananza dal centro del globo terrestre, che ben possiamo prendere un minuto di un grado del cerchio massimo come se fusse una linea retta, e due perpendicoli che da i suoi estremi pendessero, come se fussero paralleli. Che quando nelle opere praticali si avesse a tener conto di simili minuzie, bisognerebbe cominciare a riprendere gli architetti, li quali col perpendicolo suppongono d'alzar le altissime torri tra linee equidistanti. Aggiungo qui, che noi possiamo dire che Archimede e gli altri supposero nelle loro contemplazioni, esser costituiti per infinita lontananza remoti dal centro, nel qual caso i loro assunti non erano falsi, e che però concludevano con assoluta dimostrazione. Quando poi noi vogliamo praticar in distanza terminata le conclusioni dimostrate col col suppor lontananza immensa, doviamo diffalcar dal vero dimostrato quello che importa il non esser la nostra lontananza dal centro realmente infinita, ma ben tale che domandar si può immensa in comparazione della piccolezza de gli artificii praticati da noi: il maggïor de i quali sarà il tiro de i proietti, e di questi quello solamente dell'artiglierie, il quale, per grande che sia, non passerà 4 miglia di quelle delle quali noi siamo lontani dal centro quasi altrettante migliara; ed andando questi a terminar nella superficie del globo terrestre, ben potranno solo insensibilmente alterar quella figura parabolica, la quale si concede che sommamente si trasformerebbe nell'andare a terminar nel centro.

Quanto poi al perturbamento procedente dall'impedimento del mezo, questo è più considerabile, e, per la sua tanto moltiplice varietà, incapace di poter sotto regole ferme esser compreso e datone scienza; atteso che, se noi metteremo in considerazione il solo impedimento che arreca l'aria a i moti considerati da noi, questo si troverà perturbargli tutti, e perturbargli in modi infiniti, secondo che in infiniti modi si variano le figure, le gravità e le velocità de i mobili. Imperò che, quanto alla velocità, secondo che questa sarà maggiore, maggiore sarà il contrasto fattogli dall'aria; la quale anco impedirà più i mobili secondo che saranno men gravi: talché, se bene il grave descendente dovrebbe andare accelerandosi in duplicata proporzione della durazion del suo moto, tuttavia, per gravissimo che fusse il mobile, nel venir da grandissime altezze sarà tale l'impedimento dell'aria, che gli torrà il poter crescere più la sua velocità, e lo ridurrà ad un moto uniforme ed equabile; e questa adequazione tanto più presto ed in minori altezze si otterrà, quanto il mobile sarà men grave. Quel moto anco che nel piano orizontale, rimossi tutti gli altri ostacoli, devrebbe essere equabile e perpetuo, verrà dall'impedimento dell'aria alterato, e finalmente fermato: e qui ancora tanto più presto, quanto il mobile sarà più leggiero. De i quali accidenti di gravità, di velocità, ed anco di figura, come variabili in modi infiniti, non si può dar ferma scienza: e però, per poter scientificamente trattar cotal materia, bisogna astrar da essi, e ritrovate e dimostrate le conclusioni astratte da gl'impedimenti, servircene, nel praticarle, con quelle limitazioni che l'esperienza ci verrà insegnando. E non però piccolo sarà l'utile, perché le materie e lor figure saranno elette le men soggette a gl'impedimenti del mezo, quali sono le gravissime e le rotonde, e gli spazii e le velocità per lo più non saranno sì grandi, che le loro esorbitanze non possano con facil tara esser ridotte a segno; anzi pure ne i proietti praticabili da noi, che siano di materie gravi e di figura rotonda, ed anco di materie men gravi e di figura cilindrica, come frecce, lanciati con frombe o archi, insensibile sarà del tutto lo svario del lor moto dall'esatta figura parabolica. Anzi (e

voglio pigliarmi alquanto più di licenza), che ne gli artifizii da noi praticabili la piccolezza loro renda pochissimo notabili gli esterni ed accidentarii impedimenti, tra i quali quello del mezo è il più considerabile, vi posso io con due esperienze far manifesto. Io farò considerazione sopra i movimenti fatti per l'aria, ché tali son principalmente quelli de i quali noi parliamo; contro i quali essa aria in due maniere esercita la sua forza: l'una è coll'impedir più i mobili men gravi che i gravissimi; l'altra è nel contrastar più alla velocità maggiore che alla minore dell'istesso mobile. Quanto al primo, il mostrarci l'esperienza che due palle di grandezza eguali, ma di peso l'una 10 o 12 volte più grave dell'altra, quali sarebbero, per esempio, una di piombo e l'altra di rovere, scendendo dall'altezza di 150 o 200 braccia, con pochissimo differente velocità arrivano in terra, ci rende sicuri che l'impedimento e ritardamento dell'aria in amendue è poco: che se la palla di piombo, partendosi nell'istesso momento da alto con l'altra di legno, poco fusse ritardata, e questa molto, per assai notabile spazio devrebbe il piombo, nell'arrivare in terra, lasciarsi a dietro il legno, mentre è 10 volte più grave; il che tutta via non accade, anzi la sua anticipazione non sarà né anco la centesima parte di tutta l'altezza; e tra una palla di piombo ed una di pietra, che di quella pesasse la terza parte o la metà, appena sarebbe osservabile la differenza del tempo delle lor giunte in terra. Ora, perché l'impeto che acquista una palla di piombo nel cadere da un'altezza di 200 braccia (il quale è tanto, che continuandolo in moto equabile scorrerebbe braccia 400 in tanto tempo quanto fu quello della sua scesa) è assai considerabile rispetto alle velocità che noi con archi o altre machine conferiamo a i nostri proietti (trattone gl'impeti dependenti dal fuoco), possiamo senza errore notabile concludere e reputar come assolutamente vere le proposizioni che si dimostreranno senza il riguardo dell'alterazion del mezo. Circa poi all'altra parte, che è di mostrare, l'impedimento che l'istesso mobile riceve dall'aria, mentre egli con gran velocità si muove, non esser grandemente maggiore di quello che gli contrasta nel muoversi lentamente, ferma

certezza ce ne porge la seguente esperienza. Sospendansi da due fili egualmente lunghi, e di lunghezza di 4 o 5 braccia, due palle di piombo eguali, e attaccati i detti fili in alto, si rimuovano amendue le palle dallo stato perpendicolare; ma l'una si allontani per 80 o più gradi, e l'altra non più che 4 o 5: sì che, lasciate in libertà, l'una scenda e, trapassando il perpendicolo, descrive archi grandissimi di 160, 150, 140 gradi, etc., diminuendogli a poco a poco; ma l'altra, scorrendo liberamente, passi archi piccoli di 10, 8, 6 etc., diminuendogli essa ancora a poco a poco: qui primieramente dico, che in tanto tempo passerà la prima li suoi gradi 180, 160 etc., in quanto l'altra li suoi 10, 8 etc. Dal che si fa manifesto, che la velocità della prima palla sarà 16 e 18 volte maggiore della velocità della seconda; sì che, quando la velocità maggiore più dovesse essere impedita dall'aria che la minore, più rade devriano esser le vibrazioni ne gli archi grandissimi di 180 e 160 gradi etc., che ne i piccolissimi di 10, 8, 4, ed anco di 2 e di 1: ma a questo repugna l'esperienza; imperò che se due compagni si metteranno a numerare le vibrazioni, l'uno le grandissime e l'altro le piccolissime, vedranno che ne numereranno non pur le decine, ma le centinaia ancora, senza discordar d'una sola, anzi d'un sol punto. E questa osservazione ci assicura congiuntamente delle 2 proposizioni, cioè che le massime e le minime vibrazioni si fanno tutte a una a una sotto tempi eguali, e che l'impedimento e ritardamento dell'aria non opera più ne i moti velocissimi che ne i tardissimi; contro a quello che pur dianzi pareva che noi ancora comunemente giudicassimo.

Sagr. Anzi, perché non si può negare che l'aria impedisca questi e quelli, poi che e questi e quelli vanno languendo e finalmente finiscono, convien dire che tali ritardamenti si facciano con la medesima proporzione nell'una e nell'altra operazione. Ma che? l'avere a far maggior resistenza una volta che un'altra, da che altro proced'egli fuor che dall'esser assalito una volta con impeto e velocità maggiore, ed un'altra con minore? E se questo è, la quantità medesima della velocità del mobile è cagione ed insieme misura della quantità della resistenza. Adunque tutti i moti, siano tardi

o veloci, son ritardati e impediti con l'istessa proporzione: notizia, par a me, non disprezzabile.

Salv. Possiam per tanto anco in questo secondo caso concludere, che le fallacie nelle conclusioni le quali astraendo da gli accidenti esterni si dimostreranno, siano ne gli artifizii nostri di piccola considerazione, rispetto a i moti di gran velocità, de i quali per lo più si tratta, ed alle distanze, che non sono se non piccolissime in relazione alla grandezza del semidiametro e de i cerchi massimi del globo terrestre.

Simp. Io volentieri sentirei la cagione per la quale V. S. sequestra i proietti dall'impeto del fuoco, cioè, come credo, dalla forza della polvere, da gli altri proietti con frombe archi o balestre, circa 'l non essere nell'istesso modo soggetti all'alterazione ed impedimento dell'aria.

Salv. Muovemi l'eccessiva e, per via di dire, furia soprannaturale con la quale tali proietti vengono cacciati; ché bene anco fuora d'iperbole mi par che la velocità con la quale vien cacciata la palla fuori d'un moschetto o d'una artiglieria, si possa chiamar sopranaturale. Imperò che, scendendo naturalmente per l'aria da qualche altezza immensa una tal palla, la velocità sua, mercé del contrasto dell'aria, non si andrà accrescendo perpetuamente: ma quello che ne i cadenti poco gravi si vede in non molto spazio accadere, dico di ridursi finalmente a un moto equabile, accaderà ancora, dopo la scesa di qualche migliara di braccia, in una palla di ferro o di piombo; e questa terminata ed ultima velocità si può dire esser la massima che naturalmente può ottener tal grave per aria: la qual velocità io reputo assai minor di quella che alla medesima palla viene impressa dalla polvere accesa. Del che una assai acconcia esperienza ci può render cauti. Sparisi da un'altezza di cento o più braccia un archibuso con palla di piombo all'in giù perpendicolarmente sopra un pavimento di pietra, e col medesimo si tiri contro una simil pietra in distanza d'un braccio o 2, e veggasi poi qual delle 2 palle si trovi esser più ammaccata: imperò che, se la venuta da alto si troverà meno schiacciata

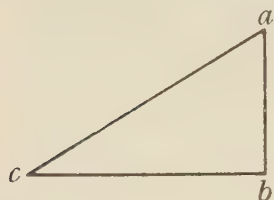
dell'altra, sarà segno che l'aria gli avrà impedita e diminuita la velocità conferitagli dal fuoco nel principio del moto, e che, per conseguenza, una tanta velocità non gli permetterebbe l'aria che ella guadagnasse già mai venendo da quanto si voglia subblime altezza; ché quando la velocità impressagli dal fuoco non eccedesse quella che per se stessa, naturalmente scendendo, potesse acquistare, la botta all'ingiù devrebbe più tosto esser più valida che meno. Io non ho fatto tale esperienza, ma inclino a credere che una palla d'archibuso o d'artiglieria, cadendo da un'altezza quanto si voglia grande, non farà quella percossa che ella fa in una muraglia in lontananza di poche braccia, cioè di così poche, che 'l breve sdrucito, o vogliam dire scissura, da farsi nell'aria non basti a levar l'eccesso della furia sopranaturale impressagli dal fuoco. Questo soverchio impeto di simili tiri sforzati può cagionar qualche deformità nella linea del proietto, facendo 'l principio della parabola meno inclinato e curvo del fine; ma questo, poco o niente può esser di progiudizio al nostro Autore nelle praticali operazioni: tra le quali principale è la composizione d'una tavola per i tiri che dicono di volata, la quale contenga le lontananze delle cadute delle palle tirate secondo tutte le diverse elevazioni; e perché tali proiezzioni si fanno con mortari, e con non molta carica, in questi non essendo sopranaturale l'impeto, i tiri segnano le lor linee assai esattamente.

Ma in tanto procediamo avanti nel trattato, dove l'Autore ci vuole introdurre alla contemplazione ed investigazione dell'impeto del mobile, mentre si muove con moto composto di due; e prima, del composto di due equabili, l'uno orizzontale e l'altro perpendicolare.

TEOREMA 2. PROPOSIZIONE 2

Se un mobile si muove con moto composto di due equabili, l'uno orizzontale e l'altro perpendicolare, l'impeto o momento del movimento composto da ambedue sarà in potenza eguale ai due momenti dei primi moti.

Un mobile, infatti, si muova equabilmente con un movimento duplice, e al movimento perpendicolare corrisponda lo spazio *ab*,

mentre al movimento orizzontale compiuto in un egual tempo corrisponda lo spazio *bc*. Allora, poiché gli spazi *ab* e *bc* vengono percorsi nel medesimo tempo con moti equabili, i momenti di tali moti staranno tra di loro come le medesime *ab* e *bc*: ma il mobile, che si muove secondo questi due movimenti, descrive la diagonale *ac*; il momento della sua velocità sarà dunque [rappresentato da] *ac*. Ma *ac* è eguale in potenza alle medesime *ab* e *bc*; dunque, il momento composto dai due momenti *ab* e *bc* sarà, soltanto in potenza, eguale a questi, presi insieme: che è quello che dovevamo mostrare.

Simp. È necessario levarmi un poco di scrupolo che qui mi nasce, parendomi che questo, che ora si conclude, repugni ad un'altra proposizione del trattato passato, nella quale si affermava, l'impeto del mobile venente dall'*a* in *b* essere eguale al venente dell'*a* in *c*; ed ora si conclude, l'impeto in *c* esser maggiore che in *b*.

Salv. Le proposizioni, Sig. Simplicio, sono amendue vere, ma molto diverse tra di loro. Qui si parla d'un sol mobile, mosso d'un sol moto, ma composto di due, amendue equabili; e là si parla di 2 mobili, mossi di moti naturalmente accelerati, uno per la perpendicolare *ab*, e l'altro per l'inclinata *ac*. In oltre, i tempi quivi non si suppongono eguali, ma il tempo per l'inclinata *ac* è maggiore del tempo per la perpendicolare *ab*; ma nel moto del quale si parla al presente, i moti per le *ab*, *bc*, *ac* s'intendono equabili e fatti nell'istesso tempo.

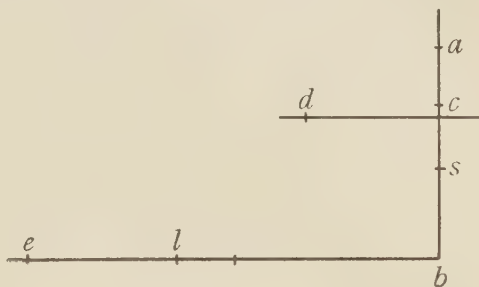
Simp. Mi scusino, e seguano avanti, ché resto acquietato.

Salv. Séguita l'Autore per incaminarci a intender quel che accaggia intorno all'impeto d'un mobile mosso pur d'un moto composto di 2, uno cioè orizontale ed equabile, e l'altro perpendicolare ma naturalmente accelerato, de i quali finalmente è composto il moto del proietto e si descrive la linea parabolica, in ciaschedun punto della quale si cerca di determinare quanto sia l'impeto del proietto. Per la cui intelligenza ci dimostra l'Autore il modo, o vogliàn dir metodo, di regolare e misurar cotale impeto sopra l'istessa linea

nella quale si fa il moto del grave descendente con moto naturalmente accelerato, partendosi dalla quiete, dicendo:

TEOREMA 3. PROPOSIZIONE 3

Il moto si svolga lungo la linea *ab* a partire dalla quiete in *a*, e su tale linea si prenda un qualsiasi punto *c*; si ponga inoltre che la *ac* sia il tempo, ossia la misura del tempo, della stessa caduta lungo lo spazio *ac*, e che essa sia anche la misura dell'impeto o del momento acquistato nel punto *c* in virtù della discesa *ac*. Si prenda ora, sulla medesima linea *ab*, un qualsiasi altro punto, come ad esempio *b*: bisogna determinare l'impeto, acquistato in questo punto da un mobile che scenda per *ab*, in proporzione all'impeto che aveva raggiunto in *c*, a misura del quale si è posta la *ac*. Si ponga *as* media proporzionale tra *ba* e *ac*: dimostreremo che l'impeto in *b* sta all'impeto in *c* come la linea *sa* sta alla *ac*. Si prendano le orizzontali *cd*, doppia della [linea] *ac*, e *be*, doppia della *ba*: sappiamo, per le antecedenti dimostrazioni, che il mobile, il quale cada lungo *ac*, sia deviato sull'orizzontale *cd* e si muova di moto equabile secondo l'impeto acquistato in *c*, percorre lo spazio *cd* in un tempo eguale a quello impiegato a percorrere lo spazio *ac* di moto accelerato; e similmente [sappiamo] che *be* viene percorso nello stesso tempo di *ab*: ma il tempo della discesa *ab* è *as*: dunque, la orizzontale *be* viene percorsa nel tempo *as*. Si faccia che, come il tempo *sa* sta al tempo *ac*, così *eb* stia a *bl*; essendo il moto lungo *be* uniforme, lo spazio *bl* verrà percorso nel tempo *ac* secondo il momento di velocità [acquistato] in *b*: ma nel medesimo tempo *ac* viene percorso lo spazio *cd* secondo il momento di velocità [acquistato] in *c*; inoltre i momenti di velocità stanno tra di loro come gli spazi, che siano percorsi in tempi eguali con quegli stessi momenti di velocità: dunque, il momento di velocità in *c* sta al momento di velocità in *b*, come *dc* sta a *bl*. Ma poiché, come *dc* sta a *be*, così la metà dell'una sta alla metà dell'altra, cioè *ca* ad *ab*; e poiché, come *eb* sta a *bl*, così *ba* sta ad *as*; dunque, *ex aequali*, come *dc* sta a *bl*, così *ca* sta ad *as*: cioè, come il momento di velocità in *c* sta al momento di velocità in *b*, così *ca* sta ad *as*, cioè, il tempo per *ca* sta al tempo per *ab*.

È pertanto chiaro il modo di misurare l'impeto o momento di velocità sulla linea lungo la quale si svolge il movimento di discesa; impeto che, come appunto abbiamo posto, aumenta in proporzione al tempo.

Ma qui, prima di procedere oltre, bisogna premettere il seguente avvertimento: poiché il nostro discorso verterà intorno al moto composto di un moto orizzontale equabile e di un moto *deorsum* naturalmente accelerato (da tale mescolanza, infatti, risulta composta e descritta la linea del proietto, cioè la parabola), ci troviamo nella necessità di determinare una misura comune, secondo la quale si possa misurare la velocità, l'impeto, ossia il momento di ambedue i moti; poiché nel moto equabile innumerevoli sono i gradi di velocità, ma di essi uno solo, e non uno qualsiasi a caso, deve essere correlato e congiunto al grado di velocità acquistato nel moto naturalmente accelerato, non ho potuto escogitare alcun altro modo più facile per sceglierlo e determinarlo, che assumendone un altro del medesimo genere. Ma per spiegarmi più chiaramente, figuriamoci la perpendicolare *ac* all'orizzontale *cb*; ora, *ac* è l'altezza e *cb* è l'ampiezza della semiparabola *ab* descritta dalla composizione di due movimenti, dei quali l'uno è quello del mobile che scende per *ac* con moto naturalmente accelerato a partire dalla quiete in *a*, l'altro è il moto trasversale equabile secondo l'orizzontale *ad*. L'impeto acquistato in *c* in virtù della discesa *ac* è misurato dalla lunghezza della medesima altezza *ac*; infatti, unico e sempre il medesimo è l'impeto del mobile cadente dalla medesima altezza: invece sull'orizzontale si possono assegnare non un solo, ma innumerevoli gradi di velocità di moti equabili. Per poter distinguere dagli altri e quasi mostrare a dito quel grado di velocità che avrò scelto tra quella moltitudine, prolungherò l'altezza *ca* verso l'alto e su questo prolungamento segnerò, a seconda di quanto sarà necessario, la sublimità *ae*: se immagino un [mobile] cadente da essa [sublimità] a partire dalla quiete in *e*, è manifesto che l'impeto da esso acquistato nell'estremo *a* sarà pari a quello col quale avrò immaginato muoversi il medesimo mobile deviato sull'orizzontale *ad*; e che il suo grado di velocità sarà quello col quale, nel tempo della discesa per *ea*, percorrerà sull'orizzontale uno spazio doppio del medesimo *ea*. Questo [è l'avvertimento che] mi è sembrato necessario premettere.

Si avverta, inoltre, che chiamo « ampiezza » della semiparabola *ab* l'orizzontale *cb*;

« altezza », cioè *ac*, l'asse della medesima parabola;

la linea *ea*, invece, dalla cui discesa viene determinato l'impeto orizzontale, la chiamo « sublimità ».

Chiarite e definite queste cose, mi volgo a quello che dobbiamo dimostrare.

Sagr. Fermate, in grazia, perché qui mi par che convenga adornar questo pensiero dell'Autore con la conformità del concetto di Platone intorno al determinare le diverse velocità de i moti equabili delle conversioni de i moti celesti. Il quale, avendo per avventura auto concetto, non potere alcun mobile passare dalla quiete ad alcun determinato grado di velocità, nel quale ei debba poi equabilmente perpetuarsi, se non col passare per tutti gli altri gradi di velocità minori, o vogliam dire di tardità maggiori, che tra l'assegnato grado e l'altissimo di tardità, cioè della quiete, intercedono, disse che Iddio, dopo aver creati i corpi mobili celesti, per assegnar loro quelle velocità con le quali poi dovessero con moto circolare equabile perpetuamente muoversi, gli fece, partendosi loro dalla quiete, muover per determinati spazii di quel moto naturale e per linea retta secondo 'l quale noi sensatamente veggiamo i nostri mobili muoversi dallo stato di quiete accelerandosi successivamente; e soggiugne che, avendogli fatto guadagnar quel grado nel quale gli piacque che poi dovessero mantenersi perpetuamente, convertì il moto loro retto in circolare, il quale solo è atto a conservarsi equabile, rigirandosi sempre senza allontanarsi o avvicinarsi a qualche prefisso termine da essi desiderato, Il concetto è veramente degno di Platone [6]; ed è tanto più da stimarsi, quanto i fondamenti taciuti da quello e scoperti dal nostro Autore, con levargli la maschera o sembianza poetica, lo scuoprono in aspetto di verace istoria. E mi pare assai credibile, che avendo noi per le dottrine astronomiche assai competente notizia delle grandezze de gli orbi de i pianeti e delle distanze loro dal centro intorno al quale si raggirano, come ancora delle loro velocità, possa il nostro Autore (al quale il concetto Platonico non era ascosto) aver tal volta per sua curiosità auto pensiero d'andare investigando se si potesse assegnare una determinata sublimità, dalla quale partendosi, come da stato di quiete, i corpi de i pianeti, e mossisi per certi spazii di moto retto

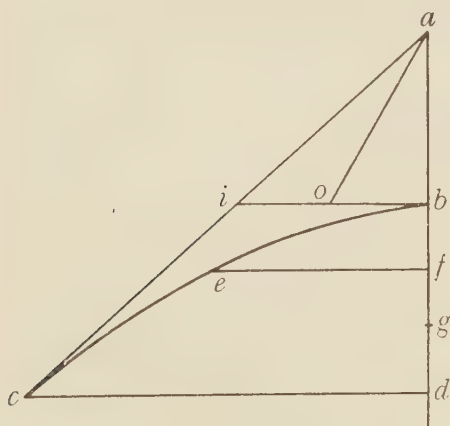
[6] Cfr. *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, p. 36.

e naturalmente accelerato, convertendo poi la velocità acquistata in moti equabili, si trovassero corrispondere alle grandezze de gli orbi loro e a i tempi delle loro revoluzioni.

Salv. Mi par sovvenire che egli già mi dicesse, aver una volta fatto il computo, ed anco trovatolo assai acconciamente rispondere alle osservazioni, ma non averne voluto parlare, giudicando che le troppe novità da lui scoperte, che lo sdegno di molti gli hanno provocato, non accendessero nuove scintille. Ma se alcuno avrà simil desiderio, potrà per se stesso, con la dottrina del presente trattato, sodisfare al suo gusto. Ma seguitiamo la nostra materia, che è di dimostrare:

PROBLEMA I. PROPOSIZIONE 4

Come si debba determinare l'impeto nei singoli punti di una data parabola descritta da un proietto.

Sia la semiparabola *bec*, della quale l'ampiezza sia *cd* e l'altezza *db*; quest'ultima, prolungata verso l'alto, incontri in *a* la tangente *ca* alla parabola; e per il vertice *b* sia [condotta] la *bi*, parallela all'orizzonte e alla *cd*. Se, poi, l'ampiezza *cd* è eguale all'intera altezza *da*, *bi* sarà eguale a *ba* e a *bd*; se poniamo che la stessa *ab* sia misura del tempo della caduta per *ab* e del momento di velocità acquistato in *b* in virtù della discesa *ab* a partire dalla quiete in *a*, allora *dc* (che è doppia di *bi*) sarà lo spazio che nel medesimo tempo [il mobile] percorrerà in virtù dell'impeto *ab* deviato sull'orizzontale: ma nel medesimo tempo [il mobile] percorre l'altezza *bd* cadendo lungo *bd* a partire dalla quiete in *b*: dunque, il mobile che, cadendo lungo *ab* a partire dalla quiete in *a*, viene deviato sull'orizzontale con l'impeto *ab*, percorre su di questa uno spazio eguale a *dc*. Ma sopravvenendo il movimento di caduta lungo *bd*, [il mobile] percorre l'altezza *bd* e descrive la parabola *bc*: il suo impeto nell'estremo *c* risulta composto del[l'impeto del moto] trasversale equabile, il cui momento è [rappresentato da] *ab*, e dell'altro momento, acquistato nell'estremo *d*, ossia in *c*, in virtù della discesa *bd*; i quali momenti sono eguali. Se dunque intendiamo che *ab* sia misura di uno dei [due momenti], ad esempio di quello [del moto] trasversale

equabile, e che *bi*, eguale a *bd*, sia misura dell'impeto acquistato in *d*, ossia in *c*; l'ipotenusa *ia* sarà la quantità del momento composto di ambedue [i momenti suddetti]: sarà dunque la quantità o misura del momento totale con cui il proietto, che abbia descritto la parabola *bc*, fa impeto in *c*. Tenendo presenti tali considerazioni, si prenda sulla parabola un qualsiasi punto *e*, nel quale si debba determinare l'impeto del proietto. Si conduca l'orizzontale *ef*, e si prenda *bg* media proporzionale tra *bd* e *bf*: poiché abbiamo posto che *ab*, ossia *bd*, sia misura del tempo e del momento di velocità [acquistato] nella caduta *bd* a partire dalla quiete in *b*, sarà *bg* il tempo, ossia la misura del tempo e dell'impeto in *f* del [mobile] proveniente da *b*. Pertanto, se si pone *bo* eguale a *bg*, tracciata la diagonale *ao*, questa sarà la quantità dell'impeto nel punto *e*: infatti si è posta *ab* come determinatrice del tempo e dell'impeto in *b*, il quale [impeto] deviato sull'orizzontale si mantiene sempre lo stesso; *bo* invece determina l'impeto [acquistato] in *f*, ossia in *e*, in virtù della discesa lungo l'altezza *bf* a partire dalla quiete in *b*; ma *ao* è eguale in potenza a questi due *ab* e *bo*. È dunque manifesto quello che si chiedeva.

Sagr. La contemplazione del componimento di questi impeti diversi, e della quantità di quell'impeto che da tal mistione ne risulta, mi giugne tanto nuova, che mi lascia la mente in non piccola confusione: non dico della mistione di due movimenti equabili, benché tra di loro diseguali, fatti uno per la linea orizontale e l'altro per la perpendicolare, ché di questi resto capacissimo farsi un moto in potenza eguale ad amendue i componenti; ma mi nasce confusione nel mescolamento dell'orizontale equabile, e perpendicolare naturalmente accelerato. Però vorrei che insieme digerissimo meglio questa materia.

Simp. Ed io tanto più ne son bisognoso, quanto che non sono ancor totalmente quietato di mente, come bisogna, nelle proposizioni che sono come primi fondamenti dell'altre che gli seguono appresso. Voglio inferire che anco nella mistione de i due moti equabili, orizontale e perpendicolare, vorrei meglio intendere quella potenza del lor composto. Ora, Sig. Salviati, V. S. intende il nostro bisogno e desiderio.

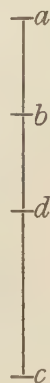
Salv. Il desiderio è molto ragionevole, e tenterò se l'aver io più lungo tempo potuto pensarvi sopra, può agevolare la

vostra intelligenza. Ma converrà comportarmi e scusarmi, se nel discorrere andrò replicando buona parte delle cose sin qui poste dall'Autore.

Discorrer determinatamente circa i movimenti e lor velocità o impeti, siano quelli o equabili o naturalmente accelerati, non possiamo noi senza prima determinar della misura che usar vogliamo per misurar tali velocità, come anco della misura del tempo. Quanto alla misura del tempo, già abbiamo la comunemente ricevuta per tutto, delle ore, minuti primi e secondi etc.; e come per misura del tempo ci è la detta comune, ricevuta da tutti, così bisogna assegnarne una per le velocità, che appresso tutti sia comunemente intesa e ricevuta, cioè che appresso tutti sia l'istessa. Atta per tale uso ha stimato l'Autore, come si è dichiarato, esser la velocità de i gravi naturalmente descendenti, de i quali le crescenti velocità in tutte le parti del mondo serbano l'istesso tenore; sì che quel grado di velocità che (per esempio) acquista una palla di piombo d'una libra nell'esser, partendosi dalla quiete, scesa perpendicolarmente quanto è l'altezza di una picca, è sempre e in tutti i luoghi il medesimo, e per ciò accomodatissimo per esplicar la quantità dell'impeto derivante dalla scesa naturale. Resta poi il trovar modo di determinare anco la quantità dell'impeto in un moto equabile in guisa tale, che tutti coloro che circa di quello discorrino, si formino l'istesso concetto della grandezza e velocità sua, sì che uno non se lo figuri più veloce e un altro meno, onde poi nel congiugnere e mescolar questo da sé concepito equabile con lo statuito moto accelerato, da diversi uomini ne vengano formati diversi concetti di diverse grandezze d'impeti. Per determinare e rappresentare cotal impeto e velocità particolare, non ha trovato il nostro Autore altro mezo più accomodato, che 'l servirsi dell'impeto che va acquistando il mobile nel moto naturalmente accelerato; del quale qualsivoglia momento acquistato, convertito in moto equabile, ritien la sua velocità limitata precisamente, e tanta, che in altrettanto tempo quanto fu quello della scesa passa doppio spazio dell'altezza dalla quale è caduto. Ma perché questo è punto principale nella materia che si tratta,

è bene con qualche esempio particolare farsi perfettamente intendere.

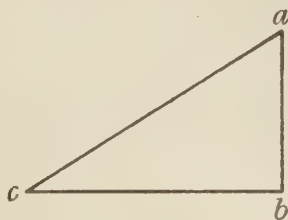
Ripigliando dunque la velocità e l'impeto acquistato dal grave cadente, come dicemmo, dall'altezza d'una picca, della quale velocità vogliamo servirci per misura di altre velocità ed impeti in altre occasioni; e posto, per esempio, che il tempo di tal caduta sia 4 minuti secondi d'ora; per ritrovar da questa tal misura quanto fusse l'impeto del cadente da qualsivoglia altra altezza maggiore o minore, non doviamo dalla proporzione la quale quest'altra altezza avesse con l'altezza d'una picca, argomentare e concludere la quantità dell'impeto acquistato in questa seconda altezza, stimando, per esempio, che il cadente da quadrupla altezza avesse acquistato quadrupla velocità, perché ciò è falso: imperò che non cresce o cala la velocità nel moto naturalmente accelerato secondo la proporzione degli spazii, ma ben secondo quella de i tempi, della quale quella degli spazii è maggiore in duplicata proporzione, come già fu dimostrato. Però, quando noi avessimo in una linea retta assegnatane una parte per misura della velocità, ed anco del tempo e dello spazio in tal tempo passato (ché per brevità tutte tre queste grandezze con un'istessa linea spesse volte vengono rappresentate), per trovar la quantità del tempo e 'l grado di velocità che il mobile medesimo in altra distanza arebbe acquistato, ciò otterremo noi non immediatamente da questa seconda distanza, ma dalla linea che tra le due distanze sarà media proporzionale. Ma con un esempio meglio mi dichiaro. Nella linea *ac*, perpendicolare all'orizonte, intendasi la parte *ab* essere uno spazio passato da un grave naturalmente descendente di moto accelerato; il tempo del qual passaggio, potendo io rappresentarlo con qualsivoglia linea, voglio per brevità figurarlo esser quanto la medesima linea *ab*; e parimente per misura dell'impeto e velocità acquistata per tal moto pongo pur l'istessa linea *ab*: sì che di tutti gli spazii che nel progresso del discorso si hanno a considerare, la misura sia la parte *ab*. Stabilite ad arbitrio nostro sotto una sola grandezza *ab* queste 3 misure di ge-

a
b
d
c

neri di quantità diversissimi, cioè di spazii, di tempi e di impeti, siaci proposto di dover determinare, nell'assegnato spazio e altezza *ac*, quanto sia per essere il tempo della scesa del cadente da l'*a* in *c*, e quanto l'impeto che in esso termine *c* si troverà avere acquistato, in relazione al tempo ed all'impeto misurati per la *ab*. L'uno e l'altro quesito si determinerà pigliando delle due linee *ac*, *ab* la media proporzionale *ad*; affermando, il tempo della caduta per tutto lo spazio *ac* esser quanto il tempo *ad* in relazione al tempo *ab*, posto da principio per la quantità del tempo nella scesa *ab*. Diremo parimente, l'impeto o grado di velocità che otterrà 'l cadente nel termine *c*, in relazione all'impeto che ebbe in *b*, esser quale è la medesima linea *ad* in relazione alla *ab*, essendo che la velocità cresce con la medesima proporzione che cresce il tempo: la qual conclusione se ben fu presa come postulato, pur tuttavia volse l'Autore esplicarne l'applicazione di sopra, alla Proposizion terza.

Ben compreso e stabilito questo punto, venghiamo alla considerazione dell'impeto derivante da 2 moti composti; uno de i quali sia composto dell'orizontale e sempre equabile, e del perpendicolare all'orizonte e esso ancora equabile; ma l'altro sia composto dell'orizontale, pur sempre equabile, e del perpendicolare naturalmente accelerato. Se amendue saranno equabili, già s'è visto come l'impeto resultante dalla composizione di amendue è in potenza equale ad amendue, come per chiara intelligenza esemplificheremo così. Intendasi, il mobile descendente per la perpendicolare *ab* aver, per esempio, 3 gradi d'impeto equabile, ma, trasportato per la *ab* verso *c*, esser tal velocità ed impeto di 4 gradi, sì che nel tempo medesimo che scendendo passerebbe nella perpendicolare, v. g., 3 braccia, nella orizontale ne passerebbe 4: ma nel composto di amendue le velocità viene, nel medesimo tempo, dal punto *a* nel termine *c*, caminando sempre per la diagonale *ac*, la quale non è lunga 7, quanto sarebbe la composta delle 2, *ab* 3 e *bc* 4, ma è 5; la qual 5 è in potenza equale alle due 3 e 4. Imperò che, fatti li quadrati del 3 e del 4, che sono 9 e 16, e questi congiunti insieme, fanno 25 per il quadrato di *ac*, il quale alli

due quadrati di *ab* e di *bc* è eguale; onde la *ac* sarà quanto è il lato, o vogliam dir la radice, del quadrato 25, che è 5. Per regola dunque ferma e sicura, quando si debba assegnare la quantità dell'impeto resultante da 2 impeti dati, uno orizontale e l'altro perpendicolare ed amendue equabili, si deve di amendue fare i quadrati, e, componendogli insieme, estrar la radice del composto, la quale ci darà la quantità dell'impeto composto di amendue quelli. E così nell'esempio posto, quel mobile che in virtù del moto perpendicolare arebbe percosso sopra l'orizonte con 3 gradi di forza, e col moto solo orizontale arebbe percosso in *c* con gradi 4, percotendo con amendue gl'impeti congiunti, il colpo sarà come quello del percuziente mosso con gradi 5 di velocità e di forza; e questa tal percossa sarebbe del medesimo valore in tutti i punti della diagonale *ac*, per esser sempre gl'impeti composti i medesimi, non mai cresciuti o diminuiti.

a

c b

Veggiamo ora quello che accaschi nel comporre il moto orizontale equabile con un moto perpendicolare all'orizonte, il quale, cominciando dalla quiete, vadia naturalmente accelerandosi. Già è manifesto che la diagonale, che è la linea del moto composto di questi due, non è una linea retta, ma semiparabolica, come si è dimostrato; nella quale l'impeto va sempre crescendo, mercé del continuo crescimento della velocità del moto perpendicolare. Là onde, per determinar qual sia l'impeto in un assegnato punto di essa diagonale parabolica, prima bisogna assegnar la quantità dell'impeto uniforme orizontale, e poi investigar qual sia l'impeto del cadente nell'assegnato punto, il che non si può determinare senza la considerazione del tempo decorso dal principio della composizione de i 2 moti, la qual considerazione di tempo non si richiede nella composizione de i moti equabili, le velocità ed impeti de i quali son sempre i medesimi; ma qui, dove entra nella mistione un moto che, cominciando dalla somma tardità, va crescendo la velocità conforme alla continuazion del tempo, è necessario che la quan-

tità del tempo ci manifesti la quantità del grado di velocità nell'assegnato punto: ché quanto al resto poi, l'impeto composto di questi 2 è (come nei moti uniformi) eguale in potenza ad amendue i componenti. Ma qui ancora meglio mi dichiaro con un esempio. Sia nella perpendicolare all'orizonte *ac* presa qualsivoglia parte *ab*, la quale figuro che serva per misura dello spazio del moto naturale fatto in essa perpendicolare, e parimente sia misura del tempo ed anco del grado di velocità, o vogliam dire de gl'impeti: è primieramente manifesto, che se l'impeto del cadente in *b* dalla quiete in *a* si convertirà sopra la *bd*, parallela all'orizonte, in moto equabile, la quantità della sua velocità sarà tanta, che nel tempo *ab* passerà uno spazio doppio dello spazio *ab*; e tanta sia la linea *bd*. Posta poi la *bc* eguale alla *ba*, e tirata la parallela *ce* alla *bd*, e ad essa eguale, descriveremo per i punti *b*, *e* la linea parabolica *bei*. E perché nel tempo *ab* con l'impeto *ab* si passa l'orizontale *bd* o *ce*, doppia della *ab*, e passasi ancora in altrettanto tempo la perpendicolare *bc* con acquisto d'impeto in *c* eguale al medesimo orizontale; adunque il mobile, in tanto tempo quanto è *ab*, si troverà dal *b* giunto in *e* per la parabola *be* con un impeto composto di due, ciascheduno eguale all'impeto *ab*: e perché l'uno di essi è orizontale e l'altro perpendicolare, l'impeto composto di essi sarà in potenza eguale ad amendue, cioè doppio di uno; onde, posta la *bf* eguale alla *ba* e tirata la diagonale *af*, l'impeto e la percossa in *e* sarà maggiore della percossa in *b* del cadente dall'altezza *a*, o vero della percossa dell'impeto orizontale per la *bd*, secondo la proporzione di *af* ad *ab*. Ma quando, ritenendo pur sempre la *ba* per misura dello spazio della caduta dalla quiete in *a* sino in *b* e per misura del tempo e dell'impeto del cadente acquistato in *b*, l'altezza *bo* non fusse eguale, ma maggiore della *ab*, presa la *bg* media proporzionale tra esse *ab*, *bo*, sarebbe essa *bg* misura del tempo e dell'impeto in *o*, per la caduta nell'altezza *bo* acquistato in *o*; e lo spazio per l'orizontale, il quale pas-

sato con l'impeto *ab* nel tempo *ab* sarebbe doppio della *ab*, sarà in tutta la durazion del tempo *bg* tanto maggiore, quanto a proporzione la *bg* è maggiore della *ba*. Posta dunque la *lb* eguale alla *bg*, e tirata la diagonale *al*, avremo da essa la quantità composta delli 2 impeti orizontale e perpendicolare, da i quali si descrive la parabola; de i quali l'orizontale ed equabile è l'acquistato in *b* per la caduta *ab*, e l'altro è l'acquistato in *o*, o vogliam dire in *i*, per la caduta *bo*, il cui tempo fu *bg*, come anco la quantità del suo momento. E con simil discorso investigheremo l'impeto nel termine estremo della parabola, quando l'altezza sua fusse minore della sublimità *ab*, prendendo tra amendue la media; la quale posta nell'orizontale in luogo della *bf*, e congiunta la diagonale, come *af*, aremo da questa la quantità dell'impeto nell'estremo termine della parabola.

A quanto sin qui è considerato circa questi impeti, colpi o vogliam dir percosse, di tali proietti, convien aggiugnere un'altra molto necessaria considerazione: e questa è, che non basta por mente alla sola velocità del proietto per ben determinare della forza ed energia della percossa, ma convien chiamare a parte ancora lo stato e condizione di quello che riceve la percossa, nell'efficacia della quale esso per più rispetti ha gran participazione e interesse. E prima, non è chi non intenda che la cosa percossa intanto patisce violenza dalla velocità del percuziente, in quanto ella se gli oppone, e frena in tutto o in parte il moto di quello: ché se il colpo arriverà sopra tale che ceda alla velocità del percuziente senza resistenza alcuna, tal colpo sarà nullo; e colui che corre per ferir con lancia il suo nimico, se nel sopraggiugnerlo accaderà che quello si muova fuggendo con pari velocità, non farà colpo, e l'azzione sarà un semplice toccare senza offendere. Ma se la percossa verrà ricevuta in un oggetto che non in tutto ceda al percuziente, ma solamente in parte, la percossa danneggerà, ma non con tutto l'impeto, ma solo con l'eccesso della velocità di esso percuziente sopra la velocità della ritirata e cedenza del percorso: sì che, se, v. g., il percuziente arriverà con 10 gradi di velocità sopra 'l percosso, il quale, cedendo in parte, si ritiri

con gradi 4, l'impeto e percossa sarà come di gradi 6. E finalmente, intera e massima sarà la percossa, per la parte del percuziente, quando il percosso nulla ceda, ma interamente si opponga, e fermi tutto 'l moto del percuziente; se però questo può accadere. Ed ho detto *per la parte del percuziente*, perché quando il percosso si movesse con moto contrario verso 'l percuziente, il colpo e l'incontro si farebbe tanto più gagliardo, quanto le 2 velocità contrarie unite son maggiori che la sola del percuziente. Di più, conviene anco avvertire che il ceder più o meno può derivare non solamente dalla qualità della materia più o meno dura, come se sia di ferro, di piombo o di lana etc., ma dalla positura del corpo che riceve la percossa: la qual positura se sarà tale che 'l moto del percuziente la vadia a investire ad angoli retti, l'impeto del colpo sarà il massimo; ma se 'l moto verrà obbliquamente e, come diciamo noi, a scancìo, il colpo sarà più debole, e più e più secondo la maggiore obbliquità; perché in oggetto in tal modo situato, ancor che di materia sodissima, non si spegne e ferma tutto l'impeto e moto del percuziente, il quale, sfuggendo, passa oltre, continuando almeno in qualche parte a muoversi sopra la superficie del resistente opposto. Quando dunque si è di sopra determinato della grandezza dell'impeto del proietto nell'estremità della linea parabolica, si deve intendere della percossa ricevuta sopra una linea ad angoli retti ad essa parabolica o vero alla tangente la parabola nel detto punto; perché, se ben quel moto è composto d'un orizontale e d'un perpendicolare, l'impeto né sopra l'orizontale né sopra 'l piano eretto all'orizonte è il massimo, venendo sopra amendue ricevuto obbliquamente [7].

[7] Con le considerazioni contenute in questo passo, Galilei tenta un accostamento non solo di nome ma anche di fatto dell'impeto, posseduto da un proiettile nel colpire il bersaglio, con la forza della percossa di cui s'era occupato nelle *Mecaniche* e sul quale argomento tornerà dopo la pubblicazione di questi *Discorsi* nelle giornate aggiunte. Egli segue qui la teoria del Cardano (*Opus novum*, pro. 49) che riteneva la forza del proiettile proporzionale all'angolo d'incidenza. Ma la questione verrà ripresa poi dal Torricelli nel *De motu gravium naturaliter descendentium et proiectorum* e da lui risolta.

Sagr. Il ricordar V. S. questi colpi e queste percosse mi ha risvegliato nella mente un problema o vogliam dire questione mecanica, della quale non ho trovato appresso autore alcuno la soluzione, né cosa che mi scemi la maraviglia o al meno in parte mi quieti l'intelletto. E 'l dubbio e lo stupor mio consiste nel non restar capace onde possa derivare, e da qual principio possa dependere, l'energia e la forza immensa che si vede consistere nella percossa, mentre col semplice colpo d'un martello, che non abbia peso maggiore di 8 o 10 libre, veggiamo superarsi resistenze tali, le quali non cederanno al peso d'un grave che, senza percossa, vi faccia impeto, solamente calcando e premendo, benché la gravità di quello passi molte centinaia di libre. Io vorrei pur trovar modo di misurar la forza di questa percossa; la quale non penso però che sia infinita, anzi stimo che ella abbia il suo termine da potersi pareggiare e finalmente regolare con altre forze di gravità prementi, o di leve o di viti o di altri strumenti mecanici, de i quali io a sodisfazione resto capace della multiplicazione della forza loro.

Salv. V. S. non è solo, nella maraviglia dell'effetto e nella oscurità della cagione di così stupendo accidente. Io vi pensai per alcun tempo in vano, accrescendo sempre la confusione, sin che finalmente, incontrandomi nel nostro Academico, da esso ricevei doppia consolazione: prima, nel sentire come egli ancora era stato lungo tempo nelle medesime tenebre; e poi nel dirmi che, dopo l'avervi in vita sua consumate molte migliara di ore specolando e filosofando, ne aveva conseguite alcune cognizioni lontane dai nostri primi concetti, e però nuove e per la novità ammirande. E perché ormai so che la curiosità di V. S. volentieri sentirebbe quei pensieri che si allontanano dall'opinabile, non aspetterò la sua richiesta, ma gli do parola che, spedita che avremo la lettura di questo trattato de i proietti, gli spiegherò tutte quelle fantasie, o vogliàn dire stravaganze, che de i discorsi dell'Accademico mi son rimaste nella memoria. In tanto seguitiamo le proposizioni dell'Autore.

PROPOSIZIONE 5. PROBLEMA

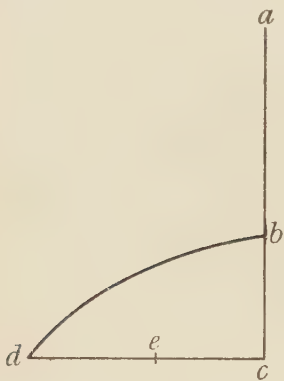
Sul prolungamento dell'asse di una parabola data determinare in alto un punto, cadendo dal quale [un mobile] descriva quella parabola stessa.

COROLLARIO

Di qui risulta che la metà della base, ossia la metà dell'ampiezza di una semiparabola (che è poi la quarta parte dell'ampiezza della intera parabola) è media proporzionale tra la sua altezza e quella sublimità, cadendo dalla quale il mobile descrive la semiparabola stessa.

PROPOSIZIONE 6. PROBLEMA

Date la sublimità e l'altezza di una semiparabola, trovare l'ampiezza.

Sia la perpendicolare ac alla linea orizzontale dc, e su di essa siano date l'altezza cb e la sublimità ba: bisogna trovare sull'orizzontale cd l'ampiezza della semiparabola descritta [a partire] dalla sublimità ba e con altezza bc. Si prenda la media proporzionale tra cb e ba e si ponga cd doppia di essa: dico che cd è l'ampiezza cercata. E ciò appare manifesto dal precedente [corollario].

TEOREMA. PROPOSIZIONE 7

Fra i proietti che descrivono semiparabole di eguale ampiezza, si richiede minor impeto in quello che descrive quella [parabola] la cui ampiezza è doppia della propria altezza, che non in qualsiasi altro proietto.

COROLLARIO

Da ciò è manifesto che, per converso, in un proietto lanciato dall'estremo d si richiede minor impeto per [descrivere] la semiparabola db che per [descrivere] qualsiasi altra semiparabola con elevazione maggiore o minore dell'elevazione della semiparabola db, [elevazione fatta] secondo la tangente ad, che forma sopra l'orizzonte un angolo semiretto. Stando così le cose, risulta che, se dall'estremo d vengono lanciati proietti con un medesimo impeto, ma secondo differenti elevazioni, la proiezione massima, ossia la semiparabola o parabola intera di massima ampiezza, sarà quella che verrà fatta con l'elevazione di mezzo angolo retto; invece tutte le altre, fatte ad angoli maggiori o minori, saranno minori.

Sagr. Piena di maraviglia e di diletto insieme è la forza delle dimostrazioni necessarie, quali sono le sole matematiche.

Già sapevo io, per fede prestata alle relazioni di più bombardieri, che di tutti i tiri di volata dell'artiglieria, o del mortaro, il massimo, cioè quello che in maggior lontananza caccia la palla, era il fatto all'elevazione di mezo angolo retto, che essi dicono del sesto punto della squadra; ma l'intender la cagione onde ciò avvenga, supera d'infinito intervallo la semplice notizia auta dalle altrui attestazioni, ed anco da molte replicate esperienze.

Salv. V. S. molto veridicamente discorre: e la cognizione d'un solo effetto acquistata per le sue cause ci apre l'intelletto a 'ntendere ed assicurarci d'altri effetti senza bisogno di ricorrere alle esperienze, come appunto avviene nel presente caso; dove, guadagnata per il discorso dimostrativo la certezza dell'essere il massimo di tutti i tiri di volata quello dell'elevazione dell'angolo semiretto, ci dimostra l'Autore quello che forse per l'esperienza non è stato osservato: e questo è, che de gli altri tiri, quelli sono tra di loro eguali, le elevazioni de i quali superano o mancano per angoli eguali dalla semiretta: sì che le palle tirate dall'orizonte, una secondo l'elevazione di 7 punti e l'altra di 5, andranno a ferir su l'orizonte in lontananze eguali, e così eguali saranno i tiri di 8 e di 4 punti, di 9 e di 3, etc. Or sentiamone la dimostrazione.

TEOREMA. PROPOSIZIONE 8

Le ampiezze delle parabole descritte da proietti, lanciati con un medesimo impeto e secondo elevazioni che superano o mancano per angoli eguali dall'angolo semiretto, sono tra di loro eguali.

TEOREMA. PROPOSIZIONE 9

Eguali sono le ampiezze di quelle parabole, le cui altezze e sublimità sono tra di loro inversamente proporzionali.

TEOREMA. PROPOSIZIONE 10

L'impeto o momento di una qualsiasi semiparabola è eguale al momento di un mobile, che cada naturalmente secondo una perpendicolare all'orizzonte, la quale sia lunga quanto la linea composta dalla sublimità e dall'altezza della semiparabola.

COROLLARIO

Da ciò risulta che sono tra loro eguali gli impeti di tutte le semiparabole, in ciascuna delle quali la somma dell'altezza con la [rispettiva] sublimità è sempre la medesima.

PROBLEMA. PROPOSIZIONE 11

Dati l'impeto e l'ampiezza di una semiparabola, trovare l'altezza.

PROBLEMA. PROPOSIZIONE 12

Calcolare e ordinare in una tavola le ampiezze di tutte le semiparabole descritte da proietti lanciati col medesimo impeto.

Sagr. Mi manca, per l'intera intelligenza di questa dimostrazione, il saper come sia vero che la terza proporzionale delle *bf*, *bi* sia (come dice l'Autore) necessariamente maggiore della *fa*.

Salv. Tal conseguenza mi par che si possa dedurre in tal modo. Il quadrato della media di tre linee proporzionali è eguale al rettangolo dell'altre due; onde il quadrato della *bi*, o della *bd* ad essa eguale, deve esser eguale al rettangolo della prima *fb* nella terza da ritrovarsi: la qual terza è necessario che sia maggiore della *fa*, perché il rettangolo della *bf* in *fa* è minore del quadrato *bd*, ed il mancamento è quanto il quadrato della *df*, come dimostra Euclide in una del secondo. Devesi anco avvertire che il punto *f*, che divide la tangente *eb* in mezo, altre molte volte cadrà sopra 'l punto *a*, ed una volta anco nell'istesso *a*; ne i quali casi è per sé noto che la terza proporzionale della metà della tangente e della *bi* (che dà la subblimità) è tutta sopra la *a*. Ma l'Autore ha preso il caso dove non era manifesto che la detta terza proporzionale fusse sempre maggiore della *fa*, e che però, aggiunta sopra 'l punto *f*, passasse oltre alla parallela *ag*. Or seguitiamo.

Ampiezze delle semiparabole descritte dal medesimo impeto.

Gradi di elevazione

Gr.		*Gr.*	*Gr.*		*Gr.*
45	10000		69	6692	21
46	9994	44	70	6428	20
47	9976	43	71	6157	19
48	9945	42	72	5878	18
49	9902	41	73	5592	17
50	9848	40	74	5300	16
51	9782	39	75	5000	15
52	9704	38	76	4694	14
53	9612	37	77	4383	13
54	9511	36	78	4067	12
55	9396	35	79	3746	11
56	9272	34	80	3420	10
57	9136	33	81	3090	9
58	8989	32	82	2756	8
59	8829	31	83	2419	7
60	8659	30	84	2079	6
61	8481	29	85	1736	5
62	8290	28	86	1391	4
63	8090	27	87	1044	3
64	7880	26	88	698	2
65	7660	25	89	349	1
66	7431	24			
67	7191	23			
68	6944	22			

Non sarà inutile, mercé l'ausilio della precedente tavola, comporne un'altra che unisca le altezze delle medesime semiparabole descritte da proietti lanciati con lo stesso impeto.

Altezze delle semiparabole il cui impeto sia il medesimo.

Gradi di elevazione

Gr.		*Gr.*		*Gr.*		*Gr.*	
1	3	46	5173	25	1786	70	8830
2	13	47	5346	26	1922	71	8940
3	28	48	5523	27	2061	72	9045
4	50	49	5698	28	2204	73	9144
5	76	50	5868	29	2351	74	9240
6	108	51	6038	30	2499	75	9330
7	150	52	6207	31	2653	76	9415
8	194	53	6379	32	2810	77	9493
9	245	54	6546	33	2967	78	9567
10	302	55	6710	34	3128	79	9636
11	365	56	6873	35	3289	80	9698
12	432	57	7033	36	3456	81	9755
13	506	58	7190	37	3621	82	9806
14	585	59	7348	38	3793	83	9851
15	670	60	7502	39	3962	84	9890
16	760	61	7649	40	4132	85	9924
17	855	62	7796	41	4302	86	9951
18	955	63	7939	42	4477	87	9972
19	1060	64	8078	43	4654	88	9987
20	1170	65	8214	44	4827	89	9998
21	1285	66	8346	45	5000	90	10000
22	1402	67	8474				
23	1527	68	8597				
24	1685	69	8715				

Sagr. Questa vedrò io molto volentieri, mentre che per essa potrò venir in cognizione della differenza de gl'impeti e delle forze che si ricercano per cacciar il proietto nella medesima lontananza con tiri che chiamano di volata; la qual

differenza credo che sia grandissima secondo le diverse elevazioni: sì che, per esempio, se altri volesse alla elevazione di 3 o 4 gradi, o di 87 o 88, far cader la palla dove fu cacciata alla elevazione di 45 (dove si è mostrato ricercarsi l'impeto minimo), credo si ricercherebbe un eccesso immenso di forza.

Salv. V. S. stima benissimo; e vedrà che per eseguire l'opera intera in tutte l'elevazioni, bisogna andar a gran passo verso l'impeto infinito. Or veggiamo la costruzzione della tavola.

PROBLEMA. PROPOSIZIONE 13

Date le ampiezze delle semiparabole, ordinate nella tavola precedente, supponendo comune l'impeto con cui ciascuna viene descritta, ricavarne le rispettive altezze.

Non sarà inutile presentare una terza tavola, contenente le altezze e le sublimità delle semiparabole aventi la medesima ampiezza.

Tavola contenente le altezze e le sublimità delle semiparabole aventi le medesime ampiezze, cioè di 10.000 *parti, calcolata per ogni singolo grado di elevazione.*

Gr.	*Altit.*	*Subl.*	*Gr.*	*Altit.*	*Subl.*
1	87	286533	16	1434	17405
2	175	142450	17	1529	16355
3	262	95802	18	1624	15389
4	349	71531	19	1722	14522
5	437	57142	20	1820	13736
6	525	47573	21	1919	13024
7	614	40716	22	2020	12376
8	702	35587	23	2123	11778
9	792	31565	24	2226	11230
10	881	28367	25	2332	10722
11	972	25720	26	2439	10253
12	1063	23518	27	2547	9814
13	1154	21701	28	2658	9404
14	1246	20056	29	2772	9020
15	1339	18663	30	2887	8659

[segue]

Gr.	*Altit.*	*Subl.*	*Gr.*	*Altit.*	*Subl.*
31	3008	8336	61	9020	2771
32	3124	8001	62	9403	2658
33	3247	7699	63	9813	2547
34	3373	7413	64	10251	2438
35	3501	7141	65	10722	2331
36	3633	6882	66	11230	2226
37	3768	6635	67	11779	2122
38	3906	6395	68	12375	2020
39	4049	6174	69	13025	1919
40	4196	5959	70	13237	1819
41	4346	5752	71	14521	1721
42	4502	5553	72	15388	1624
43	4662	5362	73	16354	1528
44	4828	5177	74	17437	1433
45	5000	5000	75	18660	1339
46	5177	4828	76	20054	1246
47	5363	4662	77	21657	1154
48	5553	4502	78	23523	1062
49	5752	4345	79	25723	972
50	5959	4196	80	28356	881
51	6174	4048	81	31569	792
52	6399	3906	82	35577	702
53	6635	3765	83	40222	613
54	6882	3632	84	47572	525
55	7141	3500	85	57150	437
56	7413	3372	86	71503	349
57	7699	3247	87	95405	262
58	8002	3123	88	143181	174
59	8332	3004	89	286499	87
60	8600	2887	90	infinita	

PROPOSIZIONE 14

Determinare, per ogni grado di elevazione, l'altezza e la sublimità delle semiparabole aventi eguale ampiezza.

Le otterremo tutte per mezzo di un facile procedimento, infatti, posto che l'ampiezza della semiparabola sia sempre di 10.000 parti, la metà della tangente darà, di un qualunque grado di elevazione, la rispettiva altezza. Come, ad esempio, nella semiparabola, la cui elevazione sia di 30 gradi, e la cui ampiezza sia – come si è posto – di 10.000 parti, l'altezza sarà 2887; tale è, infatti, approssimatamente, la misura della metà della tangente. Una volta trovata l'altezza, ricaveremo la sublimità in questo modo. Poiché si è dimostrato che la metà dell'ampiezza di una semiparabola è media proporzionale tra l'altezza e la sublimità, essendosi già trovata l'altezza ed essendo la metà dell'ampiezza sempre la medesima, cioè di 5000 parti, se divideremo il quadrato di quest'ultima per l'altezza data, ne risulterà la sublimità cercata. Nell'esempio si era trovato che l'altezza è 2887; ora, il quadrato di 5000 parti è 25.000.000; che, diviso per 2887, dà approssimatamente, per la sublimità cercata, 8659.

Salv. Or qui si vede, primieramente, come è verissimo il concetto accennato di sopra, che nelle diverse elevazioni, quanto più si allontanano dalla media, o sia nelle più alte o nelle più basse, tanto si ricerca maggior impeto e violenza per cacciar il proietto nella medesima lontananza. Imperò che, consistendo l'impeto nella mistione de i due moti, orizontale equabile e perpendicolare naturalmente accelerato, del qual impeto vien ad esser misura l'aggregato dell'altezza e della sublimità, vedesi dalla proposta tavola, tale aggregato esser minimo nell'elevazione di gr. 45, dove l'altezza e la sublimità sono eguali, cioè 5000 ciascheduna, e l'aggregato loro 10000: che se noi cercheremo ad altra maggiore altezza, come, per esempio, di gr. 50, troveremo l'altezza esser 5959, e la sublimità 4196, che giunti insieme sommano 10155; e tanto troveremo parimente esser l'impeto di gr. 40, essendo questa e quella elevazione egualmente lontane dalla media. Dove doviamo secondariamente notare, esser vero che eguali impeti si ricercano a due a due delle elevazioni distanti egualmente dalla media, con questa bella alternazione di più, che l'altezze e le sublimità delle superiori elevazioni contrariamente rispondono alle sublimità ed

altezze delle inferiori; sì che dove, nell'esempio proposto, nell'elevazione di 50 gr. l'altezza è 5959 e la sublimità 4196, nell'elevazione di gr. 40 accade all'incontro l'altezza esser 4196 e la sublimità 5959: e l'istesso accade in tutte l'altre senza veruna differenza, se non in quanto, per fuggir il tedio del calcolare, non si è tenuto conto di alcune frazzioni, le quali in somme così grandi non sono di momento nè di progiudizio alcuno.

Sagr. Io vo osservando, come delli due impeti orizontale e perpendicolare, nelle proiezzioni, quanto più sono sublimi, tanto meno vi si ricerca dell'orizontale, e molto del perpendicolare; all'incontro, nelle poco elevate grande bisogna che sia la forza dell'impeto orizontale, che a poca altezza deve cacciar il proietto. Ma se ben io capisco benissimo, che nella totale elevazione di gr. 90, per cacciar il proietto un sol dito lontano dal perpendicolo, non basta tutta la forza del mondo, ma necessariamente deve egli ricadere nell'istesso luogo onde fu cacciato; non però con simil sicurezza ardirei di affermare, che anco nella nulla elevazione, cioè nella linea orizontale, non potesse da qualche forza, ben che non infinita, esser in alcuna lontananza spinto il proietto, sì che, per esempio, né anco una colubrina sia potente a spignere una palla di ferro orizontalmente, come dicono, di punto bianco [8], cioè di punto niuno, che è dove non si dà elevazione. Io dico che in questo caso resto con qualche ambiguità: e che io non neghi resolutamente il fatto, mi ritiene un altro accidente, che par non meno strano, e pure ne ho la dimostrazione concludente necessariamente. E l'accidente è l'esser impossibile distendere una corda sì, che resti tesa dirittamente e parallela all'orizonte; ma sempre fa sacca e si piega, né vi è forza che basti a tenderla rettamente.

Salv. Adunque, Sig. Sagredo, in questo caso della corda cessa in voi la maraviglia circa la stravaganza dell'effetto, perché ne avete la dimostrazione; ma se noi ben conside-

[8] Cfr. *Trattato di fortificazione*, vol. I, p. 81.

reremo, forse troveremo qualche corrispondenza tra l'accidente del proietto e questo della corda. La curvità della linea del proietto orizontale par che derivi dalle due forze, delle quali una (che è quella del proiciente) lo caccia orizontalmente, e l'altra (che è la propria gravità) lo tira in giù a piombo. Ma nel tender la corda vi sono le forze di coloro che orizontalmente la tirano, e vi è ancora il peso dell'istessa corda, che naturalmente inclina al basso. Son dunque queste due generazioni assai simili. E se voi date al peso della corda tanta possanza ed energia di poter contrastare e vincer qual si voglia immensa forza che la voglia distendere drittamente, perché vorrete negarla al peso della palla? Ma più voglio dirvi, recandovi insieme maraviglia e diletto, che la corda così tesa, e poco o molto tirata, si piega in linee, le quali assai si avvicinano alle paraboliche: e la similitudine è tanta, che se voi segnerete in una superficie piana ed eretta all'orizonte una linea parabolica, e tenendola inversa, cioè col vertice in giù e con la base parallela all'orizonte, facendo pendere una catenella sostenuta nelle estremità della base della segnata parabola, vedrete, allentando più o meno la detta catenuzza, incurvarsi e adattarsi alla medesima parabola, e tale adattamento tanto più esser preciso, quanto la segnata parabola sarà men curva, cioè più distesa; sì che nelle parabole descritte con elevazioni sotto a i gr. 45, la catenella camina quasi *ad unguem* sopra la parabola.

Sagr. Adunque con una tal catena sottilmente lavorata si potrebbero in un subito punteggiar molte linee paraboliche sopra una piana superficie.

Salv. Potrebbesi, ed ancora con qualche utilità non piccola, come appresso vi dirò.

Simp. Ma prima che passar più avanti, vorrei pur io ancora restar assicurato almeno di quella proposizione della quale voi dite essercene dimostrazione necessariamente concludente; dico dell'esser impossibile, per qualunque immensa forza, fare star tesa una corda drittamente ed equidistante all'orizonte.

Sagr. Vedrò se mi sovviene della dimostrazione; per intelligenza della quale bisogna, Sig. Simplicio, che voi supponghiate per vero quello che in tutti gli strumenti mecanici, non solo con l'esperienza, ma con la dimostrazione ancora, si verifica: e questo è, che la velocità del movente, ben che di forza debole, può superare la resistenza, ben che grandissima, di un resistente che lentamente debba esser mosso, tutta volta che maggior proporzione abbia la velocità del movente alla tardità del resistente, che non ha la resistenza di quel che deve esser mosso alla forza del movente [9].

Simp. Questo mi è notissimo, e dimostrato da Aristotele nelle sue Quistioni Mecaniche; e manifestamente si vede nella leva e nella stadera, dove il romano, che non pesi più di 4 libre, leverà un peso di 400, mentre che la lontananza di esso romano dal centro, sopra 'l quale si volge la stadera, sia più di cento volte maggiore della distanza dal medesimo centro di quel punto dal quale pende il gran peso: e questo avviene, perché, nel calar che fa il romano, passa spazio più di cento volte maggiore dello spazio per il quale nel medesimo tempo monta il gran peso; che è l'istesso che dire, che il piccolo romano si muove con velocità più che cento volte maggiore della velocità del gran peso.

Sagr. Voi ottimamente discorrete, e non mettete dubbio alcuno nel concedere, che per piccola che sia la forza del movente, supererà qualsivoglia gran resistenza, tutta volta che quello più avanzi di velocità, ch'ei non cede di vigore e gravità. Or venghiamo al caso della corda: e segnando un poco di figura, intendete per ora, questa linea *ab*, passando sopra i due punti fissi e stabili *a*, *b*, aver nelle estremità sue pendenti, come vedete, due immensi pesi *c*, *d*, li quali, tirandola con grandissima forza, la facciano star veramente tesa dirittamente, essendo essa una semplice linea, senza veruna gravità. Or qui vi soggiungo e dico, che se dal mezzo di quella, che sia il punto *e*, voi sospenderete

[9] Cfr. *Le Mecaniche*, vol. I, pp. 143 segg.

qualsivoglia piccolo peso, quale sia questo *h*, la linea *ab* cederà, ed inclinandosi verso il punto *f*, ed in consequenza allungandosi, costringerà i due gravissimi pesi *c*, *d* a salir in alto: il che in tal guisa vi dimostro. Intorno a i due punti *a*, *b*, come centri, descrivo 2 quadranti, *eig*, *elm*; ed essendo che li due semidiametri *ai*, *bl* sono eguali alli due *ae*, *eb*, gli avanzi *fi*, *fl* saranno le quantità de gli allungamenti delle parti *af*, *fb* sopra le *ae*, *eb*, ed in conseguenza determinano le salite de i pesi *c*, *d*, tutta volta però che il peso *h* avesse auto facoltà di calare in *f*: il che allora potrebbe seguire, quando la linea *ef*, che è la quantità della scesa di esso peso *h*, avesse maggior proporzione alla linea *fi*, che determina la salita de i due pesi *c*, *d* che non ha la gravità di amendue essi pesi alla gravità del peso *h*. Ma questo necessariamente avverrà, sia pur quanto si voglia massima la gravità de i pesi *c*, *d*, e minima quella dell'*h*: imperò che non è sì grande l'eccesso de i pesi *c*, *d* sopra 'l peso *h*, che maggiore non possa essere a proporzione l'eccesso della tangente *ef* sopra la parte della segante *fi*. Il che proveremo così. Sia il cerchio, il cui diametro *gai*: e qual proporzione ha la gravità de i pesi *c*, *d* alla gravità di *h*, tale la abbia la linea *bo* ad un'altra, che sia *c*, della quale sia minore la *d*, sì che maggior proporzione arà la *bo* alla *d* che alla *c*. Pren-

dasi delle due *ob*, *d* la terza proporzionale *be*, e come *oe* ad *eb*, così si faccia il diametro *gi* (prolungandolo) all'*if*, e dal termine *f* tirisi la tangente *fn*; e perché si è fatto, come *oe* ad *eb*, così *gi* ad *if*, sarà, componendo, come *ob* a *be*, così *gf* ad *fi*: ma tra *ob* e *be* media la *d*, e tra *gf*, *fi* media la *nf*: adunque *nf* alla *fi* ha la medesima proporzione che la *ob* alla *d*, la qual proporzione è maggiore di quella de i pesi *c*, *d* al peso *h*. Avendo dunque maggior proporzione la scesa o velocità del peso *h* alla salita o velocità dei pesi *c*, *d*, che non ha la gravità di essi pesi *c*, *d* alla gravità del peso *h*; resta manifesto che il peso *h* descenderà, cioè la linea *ab* partirà dalla rettitudine orizontale. E quel che avviene alla retta *ab* priva di gravità, mentre si attacchi in *e* qualsivoglia minimo peso *h*, avviene all'istessa corda *ab* intesa di materia pesante, senza l'aggiunta di alcun altro grave; poiché vi si sospende il peso istesso della materia componente essa corda *ab*.

Simp. Io resto satisfatto a pieno: però potrà il Sig. Salviati, conforme alla promessa, esplicarci qual sia l'utilità che da simile catenella si può ritrarre, e, dopo questo, arrecarci quelle specolazioni che dal nostro Accademico sono state fatte intorno alla forza della percossa.

Salv. Assai per questo giorno ci siamo occupati nelle contemplazioni passate: l'ora, che non poco è tarda, non ci basterebbe a gran segno per disbrigarci dalle nominate materie; però differiremo il congresso ad altro tempo più opportuno.

Sagr. Concorro col parere di V. S., perché da diversi ragionamenti auti con amici intrinseci del nostro Accademico ho ritratto, questa materia della forza della percossa essere oscurissima, né di quella sin ora esserne, da chiunque ne ha trattato, penetrato i suoi ricetti, pieni di tenebre ed alieni in tutto e per tutto dalle prime immaginazioni umane; e tra le conclusioni sentite profferire me ne resta in fantasia una stravagantissima, cioè che la forza della percossa è interminata, per non dir infinita. Aspetteremo dunque la commodità del Sig. Salviati. Ma intanto dicami che materie

sono queste, che si veggono scritte dopo il trattato de i proietti.

Salv. Queste sono alcune proposizioni attenenti al centro di gravità de i solidi, le quali in sua gioventù andò ritrovando il nostro Accademico, parendogli che quello che in tal maniera aveva scritto Federigo Comandino non mancasse di qualche imperfezzione. Credette dunque con queste proposizioni, che qui vedete scritte, poter supplire a quello che si desiderava nel libro del Comandino; ed applicossi a questa contemplazione ad instanza dell'Illustrissimo Sig. Marchese Guid'Ubaldo Dal Monte, grandissimo matematico de' suoi tempi, come le diverse sue opere publicate ne mostrano, ed a quel Signore ne dette copia, con pensiero di andar seguitando cotal materia anco ne gli altri solidi non tocchi dal Comandino; ma incontratosi, dopo alcun tempo, nel libro del Sig. Luca Valerio, massimo geometra, e veduto come egli risolve tutta questa materia senza niente lasciar in dietro, non seguitò più avanti, ben che le aggressioni sue siano per strade molto diverse da quelle del Sig. Valerio.

Sagr. Sarà bene dunque che in questo tempo che s'intermette tra i nostri passati ed i futuri congressi, V. S. mi lasci nelle mani il libro, che io tra tanto anderò vedendo e studiando le proposizioni conseguentemente scrittevi.

Salv. Molto volentieri eseguisco la vostra domanda, e spero che V. S. prenderà gusto di tali proposizioni.

[APPENDICE [1]

CONTENENTE I TEOREMI, E LE RELATIVE DIMOSTRAZIONI, INTORNO AL CENTRO DI GRAVITÀ DEI SOLIDI, QUALI FURONO SCRITTI UN TEMPO DAL MEDESIMO AUTORE]

POSTULATO

Dati dei pesi eguali similmente disposti in bilance diverse, postuliamo che, se il centro di gravità del composto degli uni divide la [relativa] bilancia secondo una certa proporzione, anche il centro di gravità del composto degli altri divide la [rispettiva] bilancia secondo la medesima proporzione.

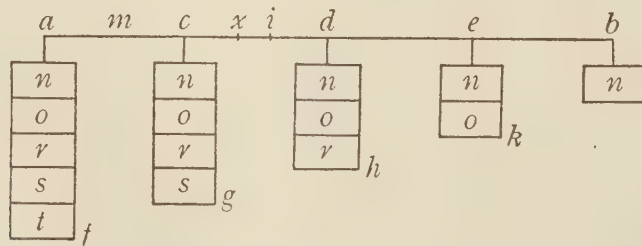
[1] Questi *Theoremata circa centrum gravitatis*, aggiunti in appendice all'edizione del 1638 dei *Discorsi* sono un'opera giovanile di Galilei, che risale al periodo 1585-1587. Vi è una certa discordanza fra le indicazioni che fornisce il Viviani sulla data precisa di tale composizione – cioè il 1588 – e quella, fissata dallo stesso Galilei in una lettera del 1636 al Diodati, a 21 anni di età, cioè il 1585. Certo è che ne abbiamo la prima notizia dalla corrispondenza fra Galilei da una parte e Guidobaldo del Monte e Cristoforo Clavio dall'altra, ai quali nel 1588 Galilei sottopone alcune parti delle sue ricerche sul centro di gravità dei solidi. Sappiamo pure (cfr. vol. I, p. 150, n. 13) che alcuni teoremi non trovarono piena accoglienza nei due scienziati cui Galilei si rivolse, senza che con ciò venisse meno la loro considerazione del giovane studioso. Il Favaro ricorda (nell'*Avvertimento* all'edizione nazionale, I, p. 182-83) che in un esemplare dei *Theoremata*, trovato fra le carte di Giovan Vincenzo Pinelli (cfr. vol. I, p. 846, n. 2) vi sono alcune attestazioni sull'autenticità di questo lavoro e sulla identità del suo autore, Galileo Galilei, rilasciate nel 1587 da Giovanni Bardi dei Conti di Vernio e, quel che più conta, da Giuseppe Moletti, lettore di matematica a Pisa. Tenuto conto di tutto ciò, si potrebbe collocare la data di composizione di questo lavoro galileiano al 1587. La traduzione qui riportata dei *Theoremata* è tratta dalla citata edizione dei *Discorsi* di A. Carugo e L. Geymonat.

LEMMA

La linea ab sia intersecata a metà in c, e la metà ac sia divisa in e; sì che, qual è la proporzione che be ha ad ea, tale sia quella che ae ha ad ec. Dico, che la be è doppia della stessa ea. Infatti, poiché, come be sta ad ea, così ea sta ad ec, componendo e permutando, avremo che, come ba sta ad ac, così ae sta ad ec; ma come ae sta ad ec, cioè come ba ad ac, così be sta ad ea: perciò be è doppia della stessa ea.

Ciò posto, si dimostra che: Se un numero qualsiasi di grandezze, che si eccedono egualmente e i cui eccessi sono eguali alla minima di esse, vengono disposte su una bilancia in modo che pendano a distanze eguali, il centro di gravità di tutte [le grandezze] divide la bilancia in modo tale che la parte verso le [grandezze] minori è doppia dell'altra.

Pertanto, sulla bilancia ab, a distanze eguali, pendano, in numero qualsiasi, le grandezze f, g, h, k, n, le quali siano come si è detto; e la minima di esse sia n; inoltre siano a, c, d, e, b, i punti di sospensione, e sia x il centro di gravità di tutte le grandezze così disposte. Bisogna mostrare che la parte bx della bilancia, verso le grandezze minori, è doppia dell'altra [parte] xa.

Si divida la bilancia a metà nel punto d, che necessariamente cadrà o in qualcuno dei punti di sospensione, o nel punto di mezzo tra due sospensioni; ora, le altre distanze fra le sospensioni comprese tra a e d siano tutte divise a metà nei punti m e i; le grandezze, poi, vengono tutte divise in parti eguali alla n; il numero delle parti della f sarà

allora eguale al numero delle grandezze che pendono dalla bilancia; le parti della *g*, invece, saranno una di meno, e così per tutte le altre. Le parti della *f* siano, pertanto, *n*, *o*, *r*, *s*, *t*; quelle della *g* [siano] *n*, *o*, *r*, *s*; quelle della *h* [siano] *n*, *o*, *r*; infine, le parti della *k* siano *n* e *o*: tutte le parti [*cioè le loro somma*] segnate da *n* saranno eguali alla *f*; tutte quelle segnate da *o*, saranno eguali alla *g*; quelle segnate da *r*, saranno eguali alla *h*; quelle segnate da *s*, lo saranno alla *k*; infine la grandezza *t* è eguale alla *n*. Poiché, dunque, tutte le grandezze segnate da *n* sono tra di loro eguali, il punto del loro equilibrio sarà in *d*, che divide a metà la bilancia *ab*; per la medesima ragione, di tutte le grandezze segnate da *o* il punto di equilibrio è in *i*; di quelle segnate da *r* è in *c*; e quelle segnate da *s*, hanno il loro punto di equilibrio in *m*; infine *t* è appesa in *a*. Pertanto, sulla bilancia *ab*, a distanze eguali *d*, *i*, *c*, *m*, *a*, sono appese grandezze che si eccedono egualmente e il cui eccesso è eguale alla minima: ma la massima, che risulta composta di tutte le *n*, pende da *d*; la minima, invece, cioè *t*, pende da *a*; e tutte le altre sono disposte ordinatamente. V'è, inoltre, un'altra bilancia *ab*, sulla quale sono disposte nel medesimo ordine altre grandezze, eguali alle predette in numero e in grandezza: perciò le bilance *ab* e *ad* verranno divise dai centri [di gravità] del composto di tutte le grandezze secondo la medesima proporzione. Ma il centro di gravità delle suddette grandezze è *x*; perciò *x* divide le bilance *ba* e *ad* secondo la medesima proporzione, in modo che, come *bx* sta a *xa* così *xa* stia a *xd*; perciò *bx* è doppia di *xa*, per il lemma posto sopra. Il che è quello che si doveva provare [2].

Se in un conoide parabolico viene inscritta una figura e se ne circoscrive un'altra, [costituite] da cilindri aventi eguale altezza, e si divide l'asse del detto conoide in modo

[2] Cfr. a proposito di questo teorema, la n. 13 (vol. I, p. 150) delle *Mecaniche*; Galilei aveva trasmesso a Guidobaldo del Monte e al Clavio questo suo teorema, ma questi gli risposero rilevando nel suo ragionamento una petizione di principio; mentre il primo finì poi con l'accettare la dimostrazione di Galilei, l'altro mantenne le sue riserve.

che la parte verso il vertice sia doppia della parte verso la base; il centro di gravità della figura inscritta sarà più vicino del detto punto di divisione alla base della porzione [ossia del conoide]; il centro di gravità della figura circoscritta, invece, sarà più lontano del medesimo punto dalla base del conoide; e la distanza di ciascuno dei due centri da tale punto sarà eguale alla linea, che sia la sesta parte dell'altezza di uno dei cilindri da cui sono costituite le figure.

Siano, pertanto, un conoide parabolico e figure tali, quali si sono dette: l'una sia inscritta, l'altra circoscritta; l'asse del conoide, il quale sia *ae*, venga diviso nel punto *n* in modo che *an* sia doppia di *ne*. Bisogna mostrare che il centro di gravità della figura inscritta si trova sulla linea *ne*, mentre il centro di quella circoscritta si trova sulla *an*. Le figure così disposte vengano intersecate da un piano [passante] per l'asse, e la sezione della parabola [*ossia del conoide parabolico*] sia *bac*: l'intersezione del piano secante con la base del conoide sia la linea *bc*; le sezioni dei cilindri siano figure rettangolari: come risulta nel disegno. Ora, il primo dei cilindri inscritti, il cui asse è *de*, rispetto al cilindro, il cui asse è *dy*, ha la medesima proporzione che il quadrato *id* al quadrato *sy*, cioè che da *da* ad *ay* [3]; inoltre, il cilindro, il cui asse è *dy*, sta al cilindro *yz*, come il quadrato di *sy* sta al quadrato di *rz*, cioè come *ya* sta ad *az*; e, per la stessa ragione, il cilindro, il cui asse è *zy*, sta a quello, il cui asse è *zu*, come *za* sta ad *au*. Dunque, i suddetti cilindri stanno tra di loro come le linee *da*, *ay*, *za*, *au*: ma queste linee sono tra loro egualmente eccedenti e il loro eccesso è eguale alla minima, in modo che *az* risulta doppia di *au*, mentre *ay* ne risulta tripla, e *da* quadrupla. I suddetti

[3] Cfr. *Discorsi*, pp. 772 segg.

cilindri sono, dunque, grandezze egualmente eccedentisi l'una l'altra, i cui eccessi sono eguali alla minima di esse; inoltre la linea xm è quella, sulla quale esse sono appese a distanze eguali (infatti ciascun cilindro ha il centro di gravità nel mezzo del proprio asse): perciò, per le cose sopra dimostrate, il centro di gravità della grandezza composta da tutte [le grandezze date] dividerà la linea xm in modo che la parte verso x sia doppia dell'altra. Si faccia, dunque, la divisione, e $x\alpha$ sia doppia di αm: dunque, α è il centro di gravità della figura inscritta. Si divida la au a metà in ε; εx sarà doppia della me: ma $x\alpha$ è doppia della αm, perciò εe è tripla della $e\alpha$. Ma ae è tripla della en: risulta, dunque, che en è maggiore della $e\alpha$, e perciò α, che è il centro di gravità della figura inscritta, è più vicino di n alla base del conoide. Poiché, come ae sta ad en, così la parte tolta εe sta alla parte tolta $e\alpha$, si avrà che anche la parte rimanente starà all'altra parte rimanente, cioè $a\varepsilon$ ad $n\alpha$, come ae sta ad en. Dunque, αn è la terza parte di $a\varepsilon$ e la sesta parte di au. Nel medesimo modo si dimostra poi che i cilindri della figura circoscritta si eccedono egualmente, che gli eccessi sono eguali al cilindro minimo, e che i loro centri di gravità si trovano sulla linea εm a distanze eguali. Se, pertanto, si divide εm in π, in modo che $\varepsilon\pi$ sia doppia della rimanente πm, π sarà il centro di gravità dell'intera grandezza circoscritta: inoltre, poiché $\varepsilon\pi$ è doppia di πm, mentre $a\varepsilon$ è minore del doppio di em (poiché le è eguale), l'intera ae risulterà minore del triplo della $e\pi$; perciò $e\pi$ sarà maggiore della en. Inoltre, essendo la εm tripla della $m\pi$ ed essendo [la somma di] me col doppio di εa parimenti tripla della me, allora l'intera ae, insieme con la $a\varepsilon$, sarà tripla della $e\pi$. Ma ae è tripla della en; perciò la rimanente $a\varepsilon$ sarà tripla della rimanente πn. Pertanto $n\pi$ è la sesta parte della au. Questo è appunto quanto si doveva dimostrare.

Da ciò è manifesto che in un conoide parabolico è possibile inscrivere una figura e circoscriverne un'altra, in modo che i loro centri di gravità distino dal punto n meno di qualunque linea data. Se, infatti, data una linea, ne prendiamo un'altra sei volte maggiore, e se facciamo gli assi

dei cilindri, dai quali sono costituite le figure, minori della linea così presa; allora le linee che si trovano fra il centro di gravità di ciascuna di queste figure e il punto *n*, saranno minori della linea data.

ALTRA DIMOSTRAZIONE DELLO STESSO

L'asse di un conoide, che sia *cd*, venga diviso in *o* in modo che *co* sia doppia di *od*. Bisogna mostrare che il centro di gravità della figura inscritta si trova sulla linea *od*, mentre il centro di quella circoscritta si trova sulla *co*. Le figure siano intersecate da un piano [passante] per l'asse e per *c*, come si è detto. Ordunque, poiché i cilindri *sn*, *tm*, *vi*, *xe* stanno tra loro come i quadrati delle linee *sd*, *tn*, *vm*, *xi*; [poiché] d'altra parte questi [quadrati] stanno tra di loro come le linee *nc*, *cm*, *ci*, *ce*; [poiché] inoltre queste [linee] si eccedono egualmente e gli eccessi sono eguali alla minima, cioè alla *ce*; e [poiché] il cilindro *tm* è eguale al cilindro *qn*, mentre il cilindro *vi* è eguale al cilindro *pn*, e il cilindro *xe* è eguale al cilindro *ln*; dunque, i cilindri *sn*, *qn*, *pn*, *ln* si eccedono egualmente e gli eccessi sono eguali al minimo di essi, cioè al cilindro *ln*. Ma l'eccesso del cilindro *sn* sul cilindro *qn* è un anello, la cui altezza è *qt*, cioè *nd*, e la cui larghezza è *sq*; l'eccesso del cilindro *qn* sul cilindro *pn* è un anello, la cui larghezza è *qp*; infine l'eccesso del cilindro *pn* sul cilindro *ln* è un anello, la cui larghezza è *pl*. Perciò i suddetti anelli *sq*, *qp*, *pl* sono eguali [equivalenti] tra di loro e al cilindro *ln*. L'anello *st* è pertanto eguale al cilindro *xe*; l'anello *qv*, doppio dell'anello *st*, è eguale al cilindro *vi*, il quale è similmente doppio del cilindro *xe*; e per la stessa ragione, l'anello *px* sarà eguale al cilindro *tm*, e il cilindro *le* al cilindro *sn*. Pertanto, sulla bilancia *kf*, la quale unisce i punti medi delle rette *ei* e *dn* ed è intersecata in parti eguali nei punti *h* e *g*, si trovano delle grandezze, cioè i

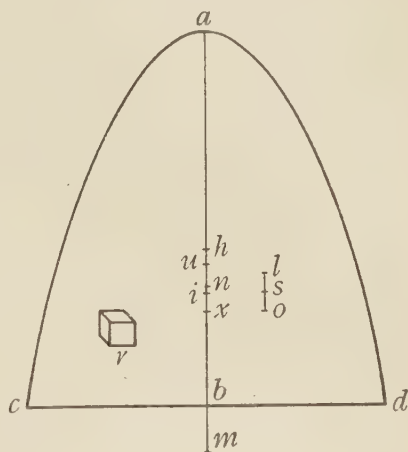
cilindri *sn, tm, vi, xe*; e il centro di gravità del primo cilindro è *k*, quello del secondo è *h*, quello del terzo è *g*, e quello del quarto è *f*. Ma abbiamo anche un'altra bilancia *mk*, che è la metà della *fk*, e che è divisa da altrettanti punti in parti eguali, cioè *mh, hn, nk*; su di essa si trovano altre grandezze, le quali sono eguali in numero e grandezza a quelle che si trovano sulla bilancia *fk*, e hanno i [rispettivi] centri di gravità nei punti *m, h, n, k*, e sono disposte nel medesimo ordine. Il cilindro *le* ha infatti il centro di gravità in *m*, ed è eguale al cilindro *sn*, che ha il centro di gravità in *k*; l'anello *px* ha il centro di gravità in *h*, ed è eguale al cilindro *tm*, il cui centro di gravità è *h*; l'anello *qv*, avente il centro di gravità in *n*, è eguale al cilindro *vi*, il cui centro è *g*; infine l'anello *st*, avente il centro di gravità in *k*, è eguale al cilindro *xe*, il cui centro è *f*. Pertanto, il centro di gravità delle suddette grandezze divide la bilancia secondo la medesima proporzione: ma il loro centro è unico, e perciò è un qualche punto comune ad entrambe le bilance, il quale [punto] sia *y*. Pertanto *fy* starà a *yk* come *ky* a *ym*; dunque, *fy* è doppia della *yk*; e divisa la *ce* a metà in *z*, *zf* sarà doppia di *kd*, e di conseguenza *zd* sarà tripla della *dy*. Ma della retta *do* è tripla la *cd*: dunque, la retta *do* è maggiore della *dy*; e perciò il centro di gravità *y* della figura inscritta è più vicino del punto *o* alla base. E poiché, come *cd* sta a *do*, così la parte tolta *zd* sta alla parte tolta *dy*, allora anche la parte rimanente *cz* starà alla parte rimanente *yo* come *cd* sta a *do*: cioè *yo* sarà la terza parte della *cz*, cioè la sesta parte della *ce*. Con identico procedimento mostreremo, d'altra parte, che i cilindri della figura circoscritta si eccedono egualmente, che gli eccessi sono eguali al cilindro minimo, e che i loro centri di gravità sono situati sulla bilancia *kz* a distanze eguali; inoltre [dimostreremo] parimenti che anelli eguali ai medesimi cilindri sono similmente disposti sull'altra bilancia *kg*, che è la metà della bilancia *kz*; e che, perciò, il centro di gravità della figura circoscritta, il quale sia *r*, divide le bilance in modo che *zr* stia ad *rk*, come *kr* sta ad *rg*. Dunque, *zr* sarà doppia della *rk*; ma *cz* sarà eguale alla retta *kd*, e

non doppia: l'intera *cd* sarà allora minore del triplo della *dr*; perciò la retta *dr* è maggiore della *do*: ovverossia, il centro di gravità della figura circoscritta è più distante del punto *o* dalla base. E poiché *zk* è tripla della *kr*, e [la somma di] *kd* col doppio di *zc* è tripla di *kd*, l'intera *cd*, insieme con *cz*, sarà tripla della *dr*. Ma *cd* è tripla della *do*: perciò la parte rimanente *cz* sarà tripla dell'altra parte rimanente *ro*: cioè *or* è la sesta parte della *ec*. Che è quello che ci eravamo proposti.

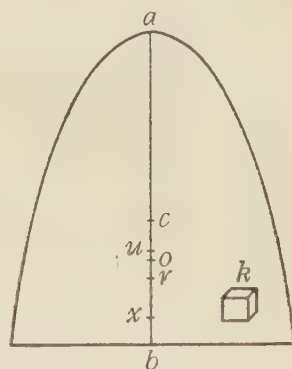
Fatte queste dimostrazioni iniziali, si dimostra ora che il centro di gravità di un conoide parabolico divide l'asse in modo tale che la parte verso il vertice è doppia della rimanente parte verso la base.

Sia un conoide parabolico, il cui asse *ab* venga diviso in *n* in modo che *an* sia doppia di *nb*. Bisogna mostrare che il centro di gravità del conoide è il punto *n*. Infatti, se non è *n*, si troverà o sotto o sopra di esso [4]. In primo luogo [immaginiamo che] si trovi sotto, e sia esso *x*: si ponga a parte la linea *lo*, eguale alla *nx*, e la si divida a caso in *s*; e qual è la proporzione che [la somma di] ambedue le *bx* e *os* ha rispetto a *os*, tale sia anche la proporzione che il conoide ha rispetto al solido *r*: si inscriva nel conoide una figura [costituita] da cilindri aventi eguale altezza, in modo che la linea compresa tra il centro di gravità di essa [figura] e il punto *n* sia minore della linea *ls*, e l'eccesso, per il quale [quella figura] viene superata dal conoide, sia minore del solido *r*. Che poi ciò sia possibile, è manifesto. Sia pertanto inscritta [la figura], il cui centro di gravità sia *i*: sarà allora *ix* maggiore di *so*; poiché abbiamo che, come [la somma di] *xb* con *so* sta ad *so*, così il conoide sta ad *r* (ma *r* è maggiore dell'eccesso per il quale il conoide supera la figura inscritta), la proporzione del conoide al suddetto eccesso sarà maggiore della proporzione che [la somma di] ambedue le *bx* e

[4] Galilei determina qui il centro di gravità attenendosi rigorosamente al criterio seguìto da Archimede, che considerava poligoni inscritti e circoscritti e poi trovava, col metodo di esaustione e con la riduzione all'assurdo, le altre proprietà della figura.

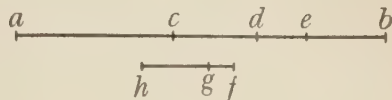
os ha rispetto ad *so*: scomponendo, la figura inscritta avrà, rispetto al suddetto eccesso, una proporzione maggiore della proporzione di *bx* ad *so*. Ma la proporzione di *bx* a *xi* è ancora minore di quella che [la medesima *bx*] ha ad *so*: la figura inscritta avrà, pertanto, rispetto alle rimanenti porzioni, una proporzione molto maggiore di quella che *bx* ha ad *xi*. Pertanto, quale è la proporzione che la figura inscritta ha rispetto alle rimanenti porzioni, tale sarà anche la proporzione di un'altra linea qualsiasi a *xi*; [linea] che risulterà necessariamente maggiore di *bx*. Sia essa, pertanto, *mx*. Abbiamo così in *x* il centro di gravità del conoide, e in *i* quello della figura inscritta: dunque, il centro di gravità delle rimanenti porzioni, per le quali il conoide eccede la figura inscritta, si troverà sulla linea *xm*, e precisamente in quel punto che determinerebbe su di essa una linea tale, che il rapporto di quest'ultima a *xi* sia eguale alla proporzione che la figura inscritta ha rispetto all'eccesso, per il quale è superata dal conoide. Ma si è mostrato che tale proporzione è appunto quella che *mx* ha a *xi*: sarà dunque *m* il centro di gravità delle porzioni, per le quali il conoide eccede la figura inscritta. Il che non è certamente possibile: infatti, se per *m* si conduce un piano equidistante dalla base del conoide, tutte le porzioni suddette si troveranno da una stessa parte, e non saranno divise da esso. Pertanto, il centro di gravità del conoide non si trova al di sotto del punto *n*. Ma nemmeno [si trova] sopra. Infatti, qualora sia possibile, [immaginiamo che] esso sia *h*; e, di nuovo, come sopra, si ponga a parte la linea *lo* eguale alla *hn*, e la si divida a caso in *s*; e quale è la proporzione che [la somma di] entrambe le *bn* ed *so* ha ad *sl*, tale sia anche la proporzione che il conoide ha ad *r*; si circoscriva al conoide una figura [costituita] da cilindri nel modo che si è detto, la

quale sia eccedente [rispetto al conoide] per una quantità minore del solido *r*; e la linea [compresa] tra il centro di gravità della figura circoscritta e il punto *n* sia minore di *so*: la restante *uh* sarà maggiore di *ls*; e poiché abbiamo che, come [la somma di] entrambe le *bn* e *os* sta ad *sl*, così il conoide sta ad *r* (ma *r* è maggiore dell'eccesso, per il quale il conoide è superato dalla figura circoscritta), dunque [la somma di] *bn* e *os* avrà rispetto ad *sl* una proporzione minore di quella che il conoide ha rispetto al suddetto eccesso. Ma *bu* è minore [della somma] di *bn* e *os*; *uh*, invece, è maggiore di *sl*: pertanto il conoide avrà rispetto alle suddette porzioni una proporzione molto maggiore di quella che *bu* ha ad *uh*. Pertanto, quale è la proporzione che il conoide ha rispetto a quelle medesime porzioni, tale sarà pure la proporzione che una linea maggiore della *bu* avrà rispetto alla *uh*. L'abbia, dunque, e sia essa *mu*; poiché il centro di gravità della figura circoscritta è *u*, e il centro di gravità del conoide è *h*, e poiché abbiamo inoltre che, come il conoide sta alle porzioni rimanenti, così *mu* sta a *uh*, sarà allora *m* il centro di gravità di quelle porzioni rimanenti: il che è similmente impossibile. Il centro di gravità del conoide non si trova dunque al di sopra del punto *n*: ma si è dimostrato che non si trova neppure al di sotto: resta dunque che esso debba necessariamente trovarsi proprio in *n*. E col medesimo procedimento ciò si dimostrerà di un conoide intersecato da un piano non perpendicolare all'asse. In altre parole, ma è la stessa cosa, come risulta nel [teorema] seguente, il centro di gravità di un conoide parabolico va a cadere tra il centro della figura circoscritta e il centro di quella inscritta.

Sia un conoide avente asse *ab*: il centro della figura circoscritta sia *c*, e quello della figura inscritta sia *o*. Dico, che il centro del conoide si trova tra i punti *c* e *o*. Infatti, se ciò non fosse, dovrà trovarsi o al di sopra, o al di sotto, o in uno di essi. Sia al di sotto, ad esempio in *r*: poiché *r* è il centro di gravità dell'intero conoide e *o* il centro di gravità della figura inscritta, dunque il centro di gravità di tutte le altre porzioni, per le quali la figura inscritta è su-

perata dal conoide, si troverà sul prolungamento della linea *or* dalla parte di *r*, e precisamente in quel punto che delimita [questo prolungamento] in modo che, quale è la proporzione delle dette porzioni alla figura inscritta, tale sia anche la proporzione che la linea *or* ha rispetto alla linea compresa tra *r* e quel punto. Questa proporzione sia quella che *or* ha ad *rx*. Pertanto *x* andrà a cadere o al di fuori del conoide, o al di dentro, oppure sulla base stessa. Sia [l'ipotesi] che esso cada al di fuori, sia [quella] che esso cada sulla base, risultano già manifestamente assurde. [Supponiamo che] vada a cadere all'interno: poiché *xr* sta ad *ro*, come la figura inscritta sta all'eccesso, per il quale essa è superata dal conoide, poniamo che, quale è la proporzione di *br* ad *ro*, tale sia anche quella che la figura inscritta ha rispetto al solido *k*, il quale dovrà essere necessariamente minore del suddetto eccesso; si inscriva poi un'altra figura, la quale sia superata dal conoide per un eccesso minore di *k*: il suo centro di gravità cadrà tra *o* e *c*. Sia esso *u*: poiché la prima figura sta a *k* come *br* sta ad *ro*, e poiché, d'altra parte, la seconda figura, il cui centro é *u*, è maggiore della prima ed è superata dal conoide per un eccesso minore di *k*, si avrà allora che, quale è la proporzione che la seconda figura ha rispetto all'eccesso, per il quale essa è superata dal conoide, tale è anche la proporzione che una linea maggiore della *br* ha rispetto alla linea *ru*. Ma il centro di gravità del conoide è *r*, mentre quello della figura inscritta è *u*: dunque, il centro di gravità delle rimanenti porzioni si troverà al di fuori del conoide, al di sotto di *b*; il che è impossibile. E col medesimo procedimento si dimostrerà che il centro di gravità del medesimo conoide non si trova sulla linea *ca*. Che poi esso non sia né l'uno né l'altro dei due punti *c* e *o*, ciò è manifesto. Infatti, qualora supponessimo ciò, descritte [due] altre figure, tali che quella inscritta sia maggiore della figura il cui centro è *o*, e quella circoscritta sia minore della figura

il cui centro è *c*, il centro di gravità del conoide andrebbe a cadere fuori del centro di gravità di tali figure: il che è impossibile, come abbiamo testé concluso. Ne consegue, dunque, che esso si trova compreso tra il centro della figura circoscritta e quello della figura inscritta. Se è così, dovrà trovarsi necessariamente in quel punto che divide l'asse in modo che la parte verso il vertice sia doppia della rimanente. Infatti, poiché si possono inscrivere e circoscrivere figure tali, che le linee comprese tra il loro centro di gravità e il punto suddetto siano minori di qualunque linea data, chi affermasse cosa diversa verrebbe condotto a questo assurdo: che, cioè, il centro del conoide non si trovi tra i centri della figura inscritta e di quella circoscritta.

Se vi sono tre linee proporzionali, e si prende un'altra linea qualsiasi, tale che la proporzione che essa ha rispetto ai due terzi dell'eccesso, per il quale la massima supera la media, sia eguale alla proporzione che la minima ha rispetto all'eccesso, per il quale la massima supera la minima; se inoltre si prende ancora un'altra linea tale, che la proporzione che essa ha rispetto all'eccesso, per il quale la massima supera la media, sia eguale alla proporzione che la linea, composta dalla massima e dal doppio della media, ha rispetto alla linea composta dal triplo della massima e della media; [la somma di] ambedue le linee prese insieme sarà [eguale al] la terza parte della massima tra le linee proporzionali.

Siano tre linee proporzionali *ab*, *bc*, *bf*: e quale è la proporzione che *bf* ha ad *af*, tale sia anche quella che *ms* ha rispetto ai due terzi della *ca*; inoltre, quale è la proporzione che la linea composta da *ab* e dal doppio di *bc* ha rispetto alla linea composta dal triplo di ambedue le *ab* e *bc*, tale sia anche la proporzione che un'altra linea, cioè *sn*, ha ad *ac*. Bisogna dimostrare che *mn* è la terza parte della *ab*. Pertanto, poiché *ab*, *bc*, *bf* sono proporzionali, anche *ac* e *cf* si troveranno nel medesimo rapporto: perciò, come *ab* sta a *bc*, così *ac* sta *cf*; e come il triplo di *ab* al triplo di *bc*, così *ac* a *cf*. Pertanto, quale è la proporzione che [la somma del] triplo di *ab* col triplo di *bc* ha rispetto al triplo di *cb*,

tale sarà anche la proporzione che *ac* ha a una linea minore della *cf*. Sia essa *co*. Perciò, componendo e per conversione della proporzione [*invertendo*], *oa* avrà ad *ac* la medesima proporzione che [la somma del] triplo di *ab* col sestuplo di *bc* ha rispetto al[la somma del] triplo di *ab* col triplo di *bc*: ma *ac* ha ad *sn* la medesima proporzione che [la somma del] triplo di *ab* col triplo di *bc* ha rispetto al[la somma di] *ab* col doppio di *bc*: *ex aequali*, dunque, *oa* avrà ad *ns* la medesima proporzione che [la somma del] triplo di *ab* col sestuplo di *bc* ha rispetto al[la somma di] *ab* col doppio di *bc*. Ora, [la somma del] triplo di *ab* col sestuplo di *bc* è eguale a tre volte [la somma di] *ab* col doppio di *bc*: dunque, *ao* è tripla di *sn*.

Inoltre, poiché *oc* sta a *ca* come il triplo di *cb* sta alla somma del triplo di *ab* col triplo di *cb*; e poiché come *ca* sta a *cf*, così il triplo di *ab* al triplo di *bc*; dunque, *ex aequali*, in proporzione perturbata, si avrà che, come *oc* sta a *cf*, così il triplo di *ab* sta alla somma del triplo di *ab* col triplo di *bc*, e, per conversione della proporzione, come *of* sta ad *fc*, così il triplo di *bc* sta alla somma del triplo di *ab* col triplo di *bc*. Ma come *cf* sta ad *fb*, così *ac* sta a *cb*, e il triplo di *ac* al triplo di *bc*; *ex aequali*, dunque, in proporzione perturbata, si avrà che, come *of* sta ad *fb*, così il triplo di *ac* sta al triplo di ambedue le *ab* e *bc* insieme. Pertanto [*componendo*] l'intera *ob* starà alla *bf* come il sestuplo di *ab* sta al triplo di ambedue le *ab* e *bc*; e poiché *fc* e *ca* stanno tra di loro nella medesima proporzione che *cb* e *ba*, si avrà che, come *fc* sta a *ca*, così *bc* sta a *ba*, e, componendo, come *fa* sta ad *ac*, così [la somma di] ambedue le *ba* e *bc* sta a *ba*, e così il triplo sta al triplo: dunque, come *fa* sta ad *ac*, così la linea composta dal triplo di *ba* e dal triplo di *bc* sta al triplo di *ab*; perciò come *fa* sta ai due terzi della *ac*, così la linea composta dal triplo di *ba* e dal triplo di *bc* sta ai due terzi del triplo di *ba*, cioè al doppio di *ba*. Ma come *fa* sta ai due terzi della *ac*, così *fb* sta ad *ms*; dunque, come *fb* sta ad *ms*, così la linea composta dal triplo di *ba* e dal triplo di *bc* sta al doppio di *ba*. Ma come *ob* sta ad *fb*, così il sestuplo di *ab*

stava al triplo di ambedue le ab e bc: dunque, *ex aequali*, ob avrà ad ms la medesima proporzione che il sestuplo di ab al doppio di ba; perciò ms sarà la terza parte della ob. Si è anche dimostrato che sn è la terza parte di ao: risulta dunque che mn è, similmente, la terza parte di ab. E ciò è quello che si doveva dimostrare.

Il centro di gravità di un qualsiasi frusto [tronco] staccato da un conoide parabolico si trova sulla linea retta che è l'asse del frusto; diviso tale asse in tre parti eguali, il centro di gravità si trova nella parte di mezzo e la divide in modo che la parte verso la base minore avrà rispetto alla parte verso la base maggiore, la medesima proporzione che la base maggiore ha rispetto alla base minore.

Dal conoide, il cui asse è rb, sia staccato il solido, il cui asse è be, e il piano secante [con cui è operata tale scissione] sia equidistante dalla base; si faccia inoltre una sezione per mezzo di un altro piano passante per l'asse perpendicolare alla base: tale sezione della parabola [*sezione del conoide, la quale genera una parabola*] sia urc; inoltre le intersezioni di quest'ultimo piano col piano secante e con la base siano [rispettivamente] le linee rette lm ed uc: rb sarà il diametro di proporzione, o sarà equidistante dal diametro; lm e uc saranno ordinatamente applicate ad esso. Si divida, pertanto, eb in tre parti eguali, tra le quali la parte media sia qy; ora quest'ultima sia divisa dal punto i in modo che, quale è la proporzione della base, il cui diametro è uc, alla base, il cui diametro è lm, cioè del quadrato di uc al quadrato di lm, tale sia anche la proporzione di qi a iy. Bisogna dimostrare che i è il centro di gravità del frusto lmc. Si ponga a parte la linea ns eguale alla br, e sx sia eguale ad er; inoltre si prenda sg terza proporzionale delle linee ns ed sx; infine, quale è la proporzione che ng ha a gs, tale sia anche quella che la linea bq ha rispetto a io. Non importa che il punto

o si trovi sopra o sotto la *lm*. Poiché nella sezione *urc* le linee *lm* e *uc* sono ordinatamente applicate, si avrà che, come il quadrato di *uc* sta al quadrato di *lm*, così la linea *br* sta alla linea *re*: ma come il quadrato *uc* sta al quadrato *lm*, così *qi* sta a *iy*, e come *br* sta ad *re*, così *ns* ad *sx*; dunque, *qi* sta a *iy* come *ns* ad *sx*. Perciò, come *qy* sta a *yi*, così [la somma di] ambedue le *ns* ed *sx* starà ad *sx*, e come *eb* sta a *yi*, così la linea composta dal triplo di *ns* e dal triplo di *sx* starà ad *sx*: ma come *eb* sta a *by*, così la linea composta dal triplo di ambedue le *ns* ed *sx* insieme sta alla linea composta da *ns* ed *sx*: dunque, come *eb* sta a *bi*, così la linea composta dal triplo di *ns* e dal triplo di *sx* sta alla linea composta da *ns* e dal doppio di *sx*. Le tre linee *ns*, *sx*, *gs* sono dunque proporzionali; e quale è la proporzione che *sg* ha a *gn*, tale è anche la proporzione che la linea presa *oi* ha rispetto ai due terzi della *eb*, cioè della *nx*; inoltre, quale è la proporzione che la linea composta da *ns* e dal doppio di *sx*, ha rispetto alla linea composta dal triplo di *ns* e dal triplo di *sx*, tale è anche la proporzione che l'altra linea presa *ib* ha rispetto a *be*, cioè rispetto a *nx*. Pertanto, per le cose che si sono sopra dimostrate, queste linee, prese insieme, saranno la terza parte della *ns*, cioè della *rb*; *rb* è dunque tripla della *bo*: perciò *o* sarà il centro di gravità del conoide *urc*. Sia poi *a* il centro di gravità del conoide *lrm*; dunque, il centro di gravità del frusto *ulmc* si trova sulla linea *ob*, e precisamente in quel punto che la delimita in modo che, quale è la proporzione che il frusto *ulmc* ha rispetto alla porzione *lrm*, tale sia anche la proporzione che la linea *ao* ha rispetto alla linea compresa tra *o* e il punto suddetto. E poiché *ro* è due terzi della *rb*, ed *ra* i due terzi della *re*; la rimanente *ao* sarà i due terzi della rimanente *eb*. E poiché abbiamo che, come il frusto *ulmc* sta alla porzione *lrm*, così *ng* sta a *gs*; e che, come *ng* sta a *gs*, così i due terzi di *eb* stanno a *oi*; e poiché, d'altra parte, ai due terzi di *eb* è eguale la linea *ao*; si avrà allora che, come il frusto *ulmc* sta alla porzione *lrm*, così *ao* sta a *oi*. Risulta, dunque, che il centro di gravità del frusto *ulmc* è il punto *i*, e che esso divide l'asse in modo che la

parte verso la base minore sta alla parte verso la base maggiore come [la somma del] doppio della base maggiore con la base minore sta al[la somma del] doppio della minore con la maggiore. Il che è ciò che ci eravamo proposti, spiegato più elegantemente.

Se un numero qualsiasi di grandezze sono disposte tra loro [in rapporto tale] che la seconda sia superiore alla prima del doppio della prima, la terza sia superiore alla seconda del triplo della prima, la quarta sia superiore alla terza del quadruplo della prima, e così ciascuna delle grandezze che si susseguono sia superiore a quella immediatamente precedente di una grandezza multipla della prima secondo il numero [corrispondente alla posizione] che essa stessa occupa nell'ordine; se — dico — queste grandezze vengono ordinatamente appese ad eguali distanze su una bilancia, il centro di equilibrio del composto di tutte [le grandezze] dividerà la bilancia in modo che la parte verso le grandezze minori sarà tripla dell'altra [parte].

Sia la bilancia *L T*; ad essa siano appese delle grandezze, tali quali abbiamo detto, e siano *A*, *F*, *G*, *H*, *K*, la prima

P
L O N X I Q S T

L O	*N X I*	*Q*	*S*	*T*
a	*a*	*a*	*a*	*a*
a	*a*	*a*	*a*	*A*
a	*a*	*a*	*b*	
a	*a*	*b*	*F*	
a	*b*	*b*		
b	*b*	*c*		
b	*b*	*G*		
b	*c*			
b	*c*			
c	*d*			
c	*H*			
c				
d				
d				
e				
K				

delle quali sia *A*, appesa in *T*. Dico che il centro di equilibrio interseca la bilancia *T L* in modo che la parte verso *T* è tripla dell'altra. Sia *T L* tripla di *L I*, *S L* tripla di *L P*, *Q L* lo sia di *L N*, ed *L P* di *L O*: *I P*, *P N*, *N O*, *O L*

risulteranno eguali. Si prenda in F una grandezza doppia di A, in G se ne prenda un'altra tripla della medesima, in H una quadrupla, e così via; le grandezze, che abbiamo prese, siano quelle segnate da a. E si faccia lo stesso con le grandezze F, G, H, K: infatti, poiché in F la grandezza rimanente, cioè b, è eguale ad A, in G se ne prenda una doppia, in H una tripla, ecc.; e queste grandezze prese siano quelle segnate da b; e allo stesso modo si prendano le grandezze segnate da c, e quelle segnate da d e da e. Tutte le grandezze segnate da a [*ossia la loro somma*] saranno allora eguali a K; la grandezza composta da tutte le b sarà eguale ad H; quella composta dalle c, sarà eguale a G; quella composta da tutte le d, sarà eguale ad F; ed e sarà eguale ad A. Poiché TI è doppia di IL, I sarà il punto dell'equilibrio della grandezza composta da tutte le a; e, similmente, essendo SP doppia di PL, P sarà il punto dell'equilibrio di quella composta da tutte le b; e, per la stessa ragione, N sarà il punto dell'equilibrio della grandezza composta da tutte le c; O lo sarà di quella composta dalle d; ed L [sarà il punto dell'equilibrio] della e. Abbiamo dunque una bilancia TL, alla quale sono appese ad eguali distanze alcune grandezze K, H, G, F, A; e, inoltre, abbiamo un'altra bilancia LI, sulla quale, a distanze similmente eguali, sono appese un altrettanto numero di grandezze, eguali alle predette e disposte nel medesimo ordine: infatti, la grandezza composta da tutte le a, la quale è appesa in I, è eguale alla grandezza K appesa in L; quella composta da tutte le b, la quale è appesa in P, è eguale alla H appesa in P; e, similmente, la grandezza composta dalle c, la quale è appesa in N, è eguale alla G; quella composta dalle d, la quale è appesa in O, è eguale alla F; e infine la e, appesa in L, è eguale alla A. Perciò il centro del composto delle grandezze dividerà le bilance secondo la medesima proporzione: ma uno solo è il centro della grandezza composta dalle grandezze predette: esso sarà dunque un punto comune alla retta TL e alla retta LI; sia esso X. Pertanto, come TX sta a XL, così LX starà a XI, e l'intera TL starà ad LI: ma TL è tripla della LI: perciò anche TX sarà tripla della XL.

Se si prendono un numero qualsiasi di grandezze in modo che la seconda sia superiore alla prima del triplo della prima, la terza sia superiore alla seconda del quintuplo della prima, la quarta sia superiore alla terza di sette volte la prima, e così di seguito l'aumento di ciascuna [grandezza] rispetto alla immediatamente precedente sia multiplo della prima grandezza secondo i numeri impari successivi, [cioè le grandezze] si succedano come i quadrati di linee egualmente eccedentisi l'una l'altra e il cui eccesso sia eguale alla minima; e se [tali grandezze] vengono appese a distanze eguali su una bilancia: il centro dell'equilibrio del composto di tutte [le grandezze] dividerà la bilancia in modo che la parte verso le grandezze minori risulterà maggiore del triplo dell'altra [parte], ma minore del triplo della medesima, qualora si tolga una distanza.

Sulla bilancia *B E* siano delle grandezze, tali quali si è detto; dalle quali [immaginiamo che] ne vengano tolte al-

B	*F O D*		*G*	*E*
a	*a*	*a*	*a*	*a*
a	*a*	*a*	*a*	
a	*a*	*a*	*a*	
a	*a*	*a*	*c*	
a	*a*	*a*		
a	*a*	*a*		
a	*a*	*c*		
a	*a*	*c*		
a	*a*	*c*		
a	*a*			
a	*c*			
a	*c*			
a	*c*			
a	*c*			
a	*c*			
c	*c*			
c				
c				
c				
c				
c				
c				
c				
c				
c				

cune, le quali stiano tra di loro nella medesima proporzione in cui erano disposte le grandezze del [teorema] precedente;

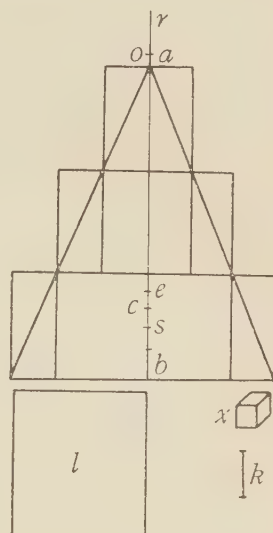
e siano quelle composte da tutte le *a*; le altre, segnate da *c*, saranno distribuite nel medesimo ordine, ma saranno prive della grandezza massima. *E D* sia tripla di *D B*, e *G F* tripla di *F B*; *D* sarà il centro dell'equilibrio della grandezza composta da tutte le *a*; *F*, quello della grandezza composta da tutte le *c*: perciò il centro della grandezza composta da tutte le *a* e le *c* andrà a cadere tra *D* ed *F*. Sia esso *O*. È pertanto manifesto che *E O* è più del triplo della *O B*, mentre *G O* è meno del triplo della *O B*. Che è quello che si doveva dimostrare.

Se in un cono qualsiasi, o in una porzione di cono, si inscrive una figura [costituita] da cilindri aventi eguale altezza, e se ne circoscrive un'altra, e se, inoltre, l'asse del cono viene diviso in modo che la parte compresa tra il punto di divisione e il vertice sia tripla dell'altra; il centro di gravità della figura inscritta sarà più vicino del suddetto punto di divisione alla base del cono, mentre il centro di gravità della figura circoscritta sarà più vicino al vertice del medesimo punto.

Sia dunque un cono, il cui asse *nm* sia diviso in *s* in modo che *ns* sia tripla della rimanente *sm*. Dico, che il centro di gravità di qualsiasi figura, inscritta al cono nel modo che si è detto, si trova sull'asse *nm* ed è più vicino del punto *s* alla base del cono; mentre il centro di gravità della figura circoscritta si trova similmente sull'asse *nm*, ed è più vicino di *s* al vertice. Si intenda, pertanto, la figura inscritta [costituita] da cilindri, i cui assi *mc*, *cb*, *be*, *ea* siano eguali. Ordunque, il primo cilindro, il cui asse è *mc*, rispetto al cilindro, il cui asse è *cb*, ha la medesima proporzione che la sua base ha rispetto alla base dell'altro (infatti, le loro altezze sono eguali); ma questa proporzione è eguale a quella che il quadrato *cn* ha al quadrato *nb*. E similmente si mostrerà che il cilindro, il cui asse è *cb*, rispetto al cilindro, il cui asse è *be*, ha la medesima proporzione che il quadrato *bn* ha rispetto al quadrato *ne*; mentre il cilindro, il cui asse è *be*, rispetto al cilindro, [che sta] intorno all'asse *ea*, ha la medesima proporzione che il quadrato *en* ha rispetto al quadrato *na*. Ora, le linee *nc*, *nb*, *en*, *na* si eccedono egual-

mente tra di loro, e i loro eccessi sono eguali alla minima, cioè alla *na*. Vi sono pertanto alcune grandezze, cioè i cilindri inscritti, tali che stanno tra di loro successivamente nella medesima proporzione in cui si trovano i quadrati di linee che si eccedono egualmente e i cui eccessi siano eguali alla minima: e [quei cilindri] sono disposti sulla bilancia *ti* in modo che i loro singoli centri di gravità si trovino su di essa ad eguali distanze. Per le cose che si sono sopra dimostrate, risulta pertanto che il centro di gravità del composto di tutti [i cilindri] divide la bilancia *ti* in modo che la parte verso *t* sia più del triplo dell'altra. Sia *o* questo centro; *to*, dunque, è più che tripla della *oi*. Ma *tn* è tripla della *im*; dunque, l'intera *mo* sarà minore della quarta parte dell'intera *mn*, della quale si è posta quarta parte la *ms*. Ne risulta dunque che il punto *o* è più vicino di *s* alla base del cono. D'altra parte, sia poi circoscritta una figura costituita da cilindri, i cui assi *mc*, *cb*, *be*, *ea*, *an* sono eguali tra loro. Similmente, come per i cilindri inscritti, si mostrerà che essi [cilindri circoscritti] stanno tra loro come i quadrati delle linee *mn*, *nc*, *bn*, *ne*, *an*, le quali si eccedono egualmente e il cui eccesso è eguale alla minima *an*; perciò, per la precedente [proposizione], il centro di gravità del composto di tutti i cilindri così disposti, il quale [centro] sia *u*, divide la bilancia *ri* in modo che la parte verso *r*, cioè *ru*, è più che tripla dell'altra [parte] *ui*; *tu*, invece, è minore del triplo della medesima. Ma *nt* è tripla della *im*; dunque, l'intera *um* è maggiore della quarta parte dell'intera *mn*, della quale si è posta quarta parte la *ms*. Pertanto il punto *u* è più vicino del punto *s* al vertice. Che è quello che si doveva mostrare.

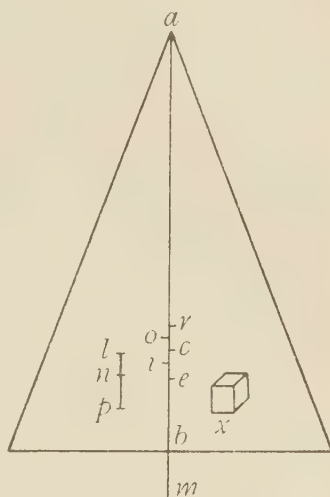
Dato un cono, è possibile circoscrivere ad esso una figura e inscrivergliene un'altra, [costituite] da cilindri aventi eguale altezza, in modo che la linea compresa tra il centro di gravità della figura circoscritta e il centro di gravità di quella inscritta, sia minore di qualsiasi linea assegnata.

Sia dato un cono, il cui asse sia *ab*; sia inoltre assegnata la retta *k*. Dico: si ponga a parte il cilindro *l*, eguale a quello che sia inscrivibile nel cono e abbia per altezza la metà dell'asse *ab*; si divida poi *ab* in *c*, in modo che *ac* sia tripla della *cb*, e quale è la proporzione che *ac* ha rispetto a *k*, tale sia anche la proporzione che il cilindro *l* ha rispetto al solido *x*: si circoscriva poi al cono una figura [costituita] da cilindri aventi eguale altezza, e gli se ne inscriva un'altra, in modo che la figura circoscritta ecceda quella inscritta per una quantità minore del solido *x*; il centro di gravità della figura circoscritta sia *e*, il quale cadrà al di sopra di *c*; il centro della figura inscritta sia, invece, *s*, che cadrà al di sotto di *c*. Dico allora che la linea *es* è minore della *k*. Infatti, qualora non lo fosse, si ponga *eo* eguale alla *ca*: pertanto, poiché *oe* ha rispetto a *k* la medesima proporzione che *l* ha ad *x*, poiché inoltre la figura inscritta non è minore del cilindro *l*, mentre l'eccesso, per il quale tale figura è superata da quella circoscritta, è minore del solido *x*: la figura inscritta avrà pertanto rispetto al suddetto eccesso una proporzione maggiore di quella che *oe* ha rispetto a *k*. Ma la proporzione di *oe* a *k* non è minore di quella di *oe* ad *es*, poiché *es* non si pone minore di *k*: pertanto la figura inscritta rispetto all'eccesso, per il quale è superata dalla figura circoscritta, ha una proporzione maggiore di quella di *oe* ad *es*. Quale è dunque la proporzione della figura inscritta al suddetto eccesso, tale sarà la proporzione che una linea maggiore della *eo* ha rispetto alla linea *es*. Sia essa *er*; ora, il centro di gravità della figura inscritta è *s*, mentre

quello della figura circoscritta è *e*: risulta, dunque, che il centro di gravità delle porzioni rimanenti, per le quali la figura circoscritta supera quella inscritta, si trova sulla linea *re*, e proprio in quel punto, che la delimita in modo che, quale è la proporzione che la figura inscritta ha rispetto alle dette porzioni, tale sia anche la proporzione che la linea, compresa tra *e* e quel punto, ha rispetto alla linea *es*. Ma questa è la proporzione che *re* ha ad *es*; dunque, il centro di gravità delle rimanenti porzioni, per le quali la figura circoscritta supera quella inscritta, sarà *r*: ciò che è impossibile; infatti il piano condotto per *r* ed equidistante dalla base del cono non interseca le suddette porzioni. È pertanto falso che la linea *es* non sia minore della *k*; sarà dunque minore. Si dimostrerà poi, in modo analogo, che ciò è possibile anche per una piramide.

Da ciò è manifesto che a un cono dato è possibile circoscrivere una figura e inscriverne un'altra, [costituite] da cilindri aventi eguale altezza, in modo che le linee, le quali sono comprese tra i loro centri di gravità e il punto che divide l'asse del cono in modo che la parte verso il vertice è tripla dell'altra, siano minori di una qualunque linea data. Infatti, poiché, come si è dimostrato, il detto punto, che divide l'asse nel modo che si è detto, si trova sempre tra i centri di gravità della figura circoscritta e di quella inscritta; e poiché la linea, che è intermedia tra quei medesimi centri di gravità, può essere fatta minore di una qualsiasi linea assegnata; sarebbe molto minore della medesima linea assegnata quella linea che è compresa tra uno dei due centri e il suddetto punto che divide l'asse.

In qualsiasi cono o piramide il centro di gravità divide l'asse in modo che la parte verso il vertice è tripla della rimanente [parte] verso la base.

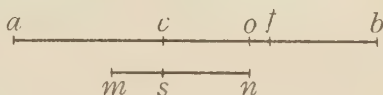
Sia un cono, il cui asse *ab* sia diviso in *c* in modo che *ac* sia tripla della rimanente *cb*: bisogna mostrare che *c* è il centro di gravità del cono. Infatti, se non lo è, il centro del cono sarà o al di sopra o al di sotto del punto *c*. In primo luogo [immaginiamo che] sia al di sotto, e sia *e*; si ponga a

parte la linea *lp* eguale a *ce*, e la si divida a caso in *n*; e quale è la proporzione che [la somma di] ambedue le *be* e *pn* insieme ha rispetto a *pn*, tale sia la proporzione che il cono ha al solido *x*; si inscriva poi al cono una figura solida [costituita] da cilindri aventi eguale altezza, [figura] il cui centro di gravità si trovi a una distanza dal punto *c* più breve della linea *ln*; e l'eccesso, per il quale essa è superata dal cono, sia minore del solido *x*. Che ciò sia possibile è, infatti, manifesto per le cose dimostrate. Sia allora inscritta, nel modo richiesto, la figura, il cui centro di gravità sia *i*. Pertanto, la linea *ie* sarà maggiore della *np*, essendo *lp* eguale a *ce*; e *ic* sarà minore di *ln*: e poiché [la somma di] ambedue le *be* ed *np* sta ad *np* come il cono sta a *x*, mentre l'eccesso, per il quale il cono supera la figura inscritta, è minore del solido *x*, dunque il cono avrà rispetto al suddetto eccesso una proporzione maggiore di quella che [la somma di] ambedue le *be* ed *np* ha ad *np*; e, scomponendo, la figura inscritta avrà rispetto all'eccesso, per il quale essa è superata dal cono, una proporzione maggiore di quella che [*be*] ha ad *np*. Ma *be* ha ad *ei* una proporzione ancora minore di quella che *be* ha ad *np*, essendo *ie* maggiore di *np*; dunque, la figura inscritta avrà rispetto all'eccesso, per il quale è superata dal cono, una proporzione molto maggiore di quella che *be* ha ad *ei*. Pertanto, quale è la proporzione che la figura inscritta ha rispetto al suddetto eccesso, tale sarà la proporzione che rispetto ad *ei* avrà una linea maggiore della *be*. Sia essa *me*: poiché, dunque, *me* sta ad *ei* come la figura inscritta sta all'eccesso, per il quale è superata dal cono, e poiché *e* è il centro di gravità del cono, mentre *i* è il centro di gravità della figura inscritta, sarà allora *m* il centro di gravità delle porzioni rimanenti, per le quali il cono eccede la figura che gli è inscritta; ciò che è impossibile. Pertanto il centro di gravità del cono non si trova al di sotto del

punto *c*. Ma neppure [si troverà] sopra. Infatti, se è possibile, sia esso *r*; e inoltre si prenda la linea *lp*, divisa a caso in *n*; e quale è la proporzione che [la somma di] ambedue le *bc* ed *np* ha ad *nl*, tale sia la proporzione che il cono ha ad *x*; e similmente si circoscriva al cono una figura, dalla quale esso sia superato per una quantità minore del solido *x*; infine la linea, compresa tra il centro di gravità di quella [figura circoscritta] e *c*, sia minore della *np*. Sia, dunque, *o* il centro di gravità della figura circoscritta: la rimanente *or* sarà maggiore della *nl*. E poiché, come [la somma di] ambedue le *bc* e *pn* sta ad *nl*, così il cono sta a *x*, mentre l'eccesso, per il quale il cono è superato dalla figura circoscritta, è minore di *x*, e poiché la *bo* è minore [della somma] di ambedue le *bc* e *pn*, mentre la *or* è maggiore della *ln*; il cono, dunque, rispetto alle rimanenti porzioni, per le quali è superato dalla figura circoscritta, avrà una proporzione molto maggiore di quella che *bo* ha ad *or*. Tale sia la proporzione di *mo* a *or*: *mo* sarà maggiore di *bc*; ed *m* sarà il centro di gravità delle porzioni, per le quali il cono è superato dalla figura circoscritta; il che è sconveniente. Il centro di gravità del cono non si trova, dunque, al di sopra del punto *c*: ma, come si è mostrato, neppure si trova al di sotto: dunque, esso sarà lo stesso *c*. La stessa cosa, e con identico procedimento, si dimostrerà per una piramide qualsiasi.

[LEMMA]

Se si hanno quattro linee in proporzione continua; e se, quale è la proporzione che la minima di esse ha rispetto all'eccesso, per il quale la massima supera la minima, tale sia anche la proporzione che una linea [opportunamente] presa ha rispetto ai $^3/_4$ dell'eccesso, per il quale la massima supera la seconda; se, inoltre, quale è la proporzione che la linea eguale alla [somma della] massima, col doppio della seconda e col triplo della terza, ha rispetto alla linea eguale al[la somma del] quadruplo della massima, col quadruplo della seconda e col quadruplo della terza, tale sia la pro-

porzione che un'altra linea [opportunamente] presa ha rispetto all'eccesso, per il quale la massima supera la seconda: queste due [ultime] linee, prese insieme [*ossia la loro somma*], saranno la quarta parte della massima delle [linee] proporzionali [considerate].

Siano infatti quattro linee proporzionali, ab, bc, bd, be; e quale è la proporzione che be ha ad ea, tale sia anche quella che fg ha rispetto ai $^3/_4$ della ac; inoltre, quale è la proporzione che la linea, eguale alla [somma di] ab, col doppio di bc e col triplo di bd, ha rispetto alla linea, eguale al quadruplo [della somma] delle ab, bc, bd, tale sia la proporzione che hg ha ad ac. Bisogna mostrare che hf è la quarta parte della ab. Pertanto, poiché le ab, bc, bd, be sono proporzionali, nella medesima proporzione si troveranno anche le ac, cd, de; e come il quadruplo [della somma] delle ab, bc, bd sta alla [somma di] ab col doppio di bc e col triplo di bd, così il quadruplo [della somma] delle ac, cd, de, cioè il quadruplo della ae, sta alla [somma di] ac col doppio di cd e col triplo di de; e così pure ac sta ad hg: dunque, come il triplo della ae sta alla [somma di] ac col doppio di cd e col triplo di de, così i $^3/_4$ della ac stanno ad hg. Ma come il triplo di ae sta al triplo di eb, così i $^3/_4$ della ac stanno a gf: dunque, per la reciproca della ventiquattresima del quinto, come il triplo della ae sta alla [somma di] ac col doppio di cd e col triplo di db, così i $^3/_4$ della ac stanno ad hf; e come il quadruplo della ae sta alla [somma di] ac col doppio di cd e col triplo di db, cioè alla [somma di] ab con cb e bd, così ac sta ad hf; e, permutando, come il quadruplo di ae sta ad ac, così la [somma di] ab con cb e bd sta ad hf; ma come ac sta ad ae, così ab sta alla [somma di] ab con cb e bd: dunque, *ex aequali*, in proporzione perturbata, come il quadruplo di ae sta ad ae, così ab sta ad hf. Risulta perciò che hf è la quarta parte della ab.

In un qualsiasi frusto di piramide, o di cono, intersecato da un piano equidistante dalla base, il centro di gravità si

trova sull'asse, e lo si divide in modo che la parte verso la base minore sta alla [parte] rimanente come [la somma del] triplo della base maggiore col doppio dello spazio che è medio [proporzionale] tra la base maggiore e la minore, sta al[la somma del] triplo della base minore col doppio del medesimo spazio medio [proporzionale] e con la base maggiore.

Dal cono o dalla piramide, il cui asse è ad, per mezzo di un piano secante equidistante dalla base, sia staccato un frusto, il cui asse è ud; e quale è la proporzione che [la somma del] triplo della base maggiore col doppio della media [proporzionale tra la base maggiore e la minore] e con la base minore, ha rispetto al[la somma del] triplo della base minore col doppio della media e con la massima, tale sia la proposizione che uo ha ad od. Bisogna mostrare che o è il centro di gravità del frusto. Sia um quarta parte della ud. Si ponga a parte la linea hx eguale alla ad, e sia kx eguale ad au; inoltre delle hx e kx sia terza proporzionale xl, e quarta proporzionale xs: e quale è la proporzione che hs ha ad sx, tale sia quella che md ha rispetto a una linea presa a partire da o verso a, la quale sia on. E poiché la base maggiore sta a quella, che è media proporzionale tra la maggiore e la minore, come da sta ad au, cioè come hx sta a xk, mentre la detta media sta alla minore come kx sta a xl; la base maggiore, la media e la minore staranno tra di loro nella medesima proporzione [in cui stanno] anche le linee hx, xk, xl. Perciò, come [la somma del] triplo della base maggiore col doppio della media e con la minore, sta al[la somma del] triplo della minima col doppio della media e con la massima, cioè come uo sta a od, così [la somma del] triplo di hx col doppio di xk e con xl, sta al[la somma del] triplo di xl col doppio di xk e con xh; e, componendo e permutando, od starà a du, come la [somma di] hx col doppio di xk e

col triplo di *xl* sta al quadruplo [della somma] delle *hx*, *xk*, *xl*. Si hanno dunque quattro linee proporzionali, *hx*, *xk*, *xl*, *xs*; e quale è la proporzione che *xs* ha ad *sh*, tale è quella che una linea [opportunamente] presa *no* ha rispetto ai $^3/_4$ della *du*, cioè a *dm*, cioè ai $^3/_4$ della *hk*; inoltre, quale è la proporzione che la [somma di] *hx* col doppio di *xk* e col triplo di *xl* ha rispetto al quadruplo [della somma] delle *hx*, *xk*, *xl*, tale è anche la proposizione che un'altra linea [opportunamente] presa *od* ha rispetto a *du*, cioè ad *hk*: dunque (per le cose che si sono dimostrate) *dn* sarà la quarta parte della *hx*, cioè della *ad*; perciò il punto *n* sarà il centro di gravità del cono, o della piramide, il cui asse è *ad*. Sia *i* il centro di gravità del cono, o della piramide, il cui asse è *au*. Risulta, dunque, che il centro di gravità del frusto si trova sul prolungamento della linea *in* dalla parte di *n*, e proprio in quel punto che col punto *n* delimita una linea tale, che rispetto ad essa *in* abbia la medesima proporzione che il frusto staccato ha rispetto alla piramide o al cono, il cui asse è *au*. Resta pertanto da mostrare che *in* ha ad *no* la medesima proporzione che il frusto ha rispetto al cono, il cui asse è *au*. Ma come il cono, il cui asse è *da*, sta al cono, il cui asse è *au*, così il cubo *da* sta al cubo *au*, cioè il cubo *hx* al cubo *xk*: ma questa medesima proporzione è quella che *hx* ha ad *xs*: perciò, scomponendo, come *hs* sta ad *sx*, così il frusto, il cui asse è *du*, starà al cono, o alla piramide, il cui asse è *ua*. Ma come *hs* sta ad *sx*, così pure *md* sta a *on*; perciò il frusto sta alla piramide, il cui asse è *au*, come *md* sta ad *no*. E poiché *an* è $^3/_4$ della *ad*, mentre *ai* è $^3/_4$ della *au*; la rimanente *in* sarà $^3/_4$ della rimanente *ud*; perciò *in* sarà eguale alla *md*. Si è poi dimostrato che *md* sta ad *no* come il frusto sta al cono *au*: risulta dunque che questa medesima proporzione è anche quella che *in* ha ad *no*. È perciò manifesto quello che ci eravamo proposti.

INDICI

INDICE DEI NOMI

A

D

H

I

J

K

L

S

T

V

INDICE DEL VOLUME